Caractérisation génétique des accessions de pois chiche (Tlemcen).

Book · February 2018

2 authors:

Bouri Amina
TLEMCEN UNIVERSITY ABOU BEKER BELKAID

Semir Bechir Suheil Gaouar
Abou Bakr Belkaid University of Tlemcen

Dans le cadre de la caractérisation et d l'identification des variétés des pois chiches nous avons entrepris des prospections et des collectes du matériel végétale à travers la wilaya de Tlemcen, dans le présent travail 4 variétés différents dont deux locales (Garbaansa et Bled) et deux introduites (Ghab4 et Flip82-93) ont servis a notre étude. Une caractérisation pédologique des sols des zones d'étude a révélé une certaine ressemblance dans les propriétés physiques et chimiques des différents sols échantillonnés, ainsi une caractérisation Biométrique a été effectuée sur les principaux caractères morphologiques notés sur les plants, les gousses et les graines, des analyses de variances, des corrélations avec régressions linéaires ont montrés certaines différences à l'intérieurs de la même variété et entre les variétés à travers ces caractères quantitatifs. 3).

Née en 1988, BOURI Amina a suivi ces études supérieures à l'université de Tlemcen, à l'age de 18 ans elle a eu son bac en science de la nature et de vie, inscrite ensuite a l'université spécialité agronomie, ayant son diplôme d'ingénieur en 2011, puis son magister en 2014 et au cours de la préparation de son doctorat en amélioration des plantes.

978-620-2-28081-5

Diversité génétique du pois chiche

Bouri, Gaouar

ÉDITIONS UNIVERSITAIRES EUROPÉENNES



Amina Bouri
Souheil Gaouar

Caractérisation génétique des accessions de pois chiche (Tlemcen)

Amina Bouri
Souheil Gaouar

Caractérisation génétique des accessions de pois chiche (Tlemcen)

Amina Bouri
Souheil Gaouar

Caractérisation génétique des accessions de pois chiche (Tlemcen)

Éditions universitaires européennes

Imprint
Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: www.ingimage.com

Publisher:
Éditions universitaires européennes
is a trademark of
International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group
17 Meldrum Street, Beau Bassin 71504, Mauritius

Printed at: see last page
ISBN: 978-620-2-28081-5

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAURE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU BEKER BELKAID – TLEMCEN

CONTRIBUTION A L'ANALYSE GENETIQUE ET CARACTERISATION DE QUELQUES VARIETES DE POIS CHICHE (*cicer arietinum*) AU NIVEAU DE LA WILAYA DE TLEMCEN

par :

Melle **: BOURI Amina**

Dédicace :

A la mémoire de ma grande mère.

A la mémoire de mon Oncle.

A mes parents à qui je dois tout.

A tous les membres de ma famille.

A tous mes amis (es).

REMERCIEMENTS :

Au terme de ce travail, je tiens en premier lieu à présenter mes Sincères remerciements à monsieur GAOUAR Samir Bachir, Souheil maitre de Conférences à l'université ABOU BEKER BELKAID de Tlemcen. Pour Avoir accepté de diriger ce travail et pour m'avoir constamment conseillé.

Je tiens aussi à présenter mes remerciements à monsieur :

AMRANI Sidi Mohamed Professeur à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de La Terre et de l'Univers, université ABOU BEKER BELKAID de Tlemcen pour avoir accepté de présider mon jury.

ELHAITOUM Ahmed, maitre de conférences (A) à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de La Terre et de l'Univers, université ABOU BEKER BELKAID de Tlemcen pour avoir accepté d'examiner ce travail.

GHEZLAOUI Bahaa Eddine, maitre de conférences (A) à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de La Terre et de l'Univers, université ABOU BEKER BELKAID de Tlemcen pour avoir accepté de juger ce travail.

Mes remerciements s'adressent aussi à Mr MAHDAD Mustapha Yassine et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à La réalisation de ce travail.

Liste des abréviations :

AAC: agriculture et Agroalimentaire Canada.
ADN : acide désoxyribonucléique.
AFLP: Amplified Fragment Length Polymorphism.
C.C.L.S: Coopérative des Céréales et des Légumes Secs.
cM : centimorgan.
DSA : Direction des services agricoles.
FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
FP: Ferme Pilote.
G0 : Ligné de départ.
G1 : $1^{ère}$ génération.
G2 : $2^{éme}$ génération.
G3 : $3^{éme}$ génération.
G4 : $4^{éme}$ génération.
GCP: Good Clinical Practice.
GM: genetic modification.
Ha: hectare.
INRAA : Institut national de la recherche agronomique d'Algérie.
ITGC : Institut Techniques Des Grandes Cultures.
INA : institue nationale agronomique.
ICRISTAT: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropic.
ICARDA : Centre International de la Recherche Agronomique dans les Zones Arides.
Kg/ha: kilogram par hectare.
l.s.d: Least significant differences of means.
LTR: Long-terminal repeat.
MADR : Ministère de l'Agriculture et Développement Rural.
MPb : Méga paire de base.
NS : non significative.
Pcg : poids de cent graines.
PCR: polymerase chain reaction.
pH: potentiel hydrogène.
PNDAR : Plan Nationale Du Développement Agricole Et Rural.
PNUD : Programme des Nations Unies pour le développement.
Prod : production.
Qx: quintaux.
R1 : $1^{ère}$ reproduction.
R2 : $2^{ème}$ reproduction.
RAPD : Random Amplified Polymorphic DNA.
REMAFEVE : Réseau Maghrébin De Recherche Sur La Fève Et La Féverole.
REMALA : Réseau Maghrébin Pour La Réhabilitation Des Légumineuses Alimentaires.
RFLP : Restriction Fragment Length Polymorphism.
RPGAA : Ressources Phytogénétiques Pour l'alimentation Et L'agriculture.
Rdt : rendement.
RPGAA : ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture).

S : significative.
SAP : Superficie agricole de pois chiche.
SAL : superficie agricole des légumineuses.
SAT : Superficie Agricole Total.
SAU : Superficie Agricole Utile.
SP : Secteur Privé.
STMS: sequence tagged microsatellite site.
Sup : superficie.
TAS : Taux d'Autosuffisance Alimentaire.
T : tonne.
t/ha : tonne par hectare.
USDA: United States Department of Agriculture, USDA).

Résumé

Dans le cadre de la caractérisation et d l'identification des variétés des pois chiches nous avons entrepris des prospections et des collectes du matériel végétale à travers la wilaya de Tlemcen, dans le présent travail 4 variétés différents dont deux locales (Garbaansa et Bled) et deux introduites (Ghab4 et Flip82-93) ont servis a notre étude.

Une caractérisation pédologique des sols des zones d'étude a révélé une certaine ressemblance dans les propriétés physiques et chimiques des différents sols échantillonnés, ainsi une caractérisation Biométrique a été effectuée sur les principaux caractères morphologiques notés sur les plants, les gousses et les graines, des analyses de variances, des corrélations avec régressions linéaires ont montrés certaines différences à l'intérieurs de la même variété et entre les variétés à travers ces caractères quantitatifs.

Mots clefs : pois chiche, *cicer arietinum,* génétique, caractérisation, variabilité, Tlemcen.

Abstract

In the framework of the characterization and the identification of chickpea, various studies were carried out. In this present work, we undertook surveys and collection of plant material through the wilaya of Tlemcen, as result four different varieties both local (Garbaansa and Bled) and whose two introduces (Ghab4, Flip 82-93) have served to our study.

The Edaphic characterization has revealed some similarity in physical and chemical properties of different soils sampled, Thus Biometric characterization was performed on the main morphological characters recorded on the plants, pods and seeds, analysis of variance and correlation with linear regressions have shown some differences in the interiors of the same variety and between varieties through these quantitative traits.

Key words: chickpea, *cicer arietinum* , genetic, characterization, variability, Tlemcen.

ملخص

كجزء من توصيف وتحديد أصناف الحمص على مستوى ولاية تلمسان قمنا بمسح وجمع المواد النباتية. أربعة أصناف مختلفة استعملت و في دراستنا, محليان صنفان (قربانسة و بلاد) و صنفان مستوردان (قاب4 فليب 82 93

أظهرت دراسة التربة بعض التشابه في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعينات المختلفة من التربة.بينت الدراسة البيومترية التي أجريت على الصفات المورفولوجية الرئيسية المسجلة على النباتات وقرون وبذورالحمص، من خلال تحليل التباين و الارتباط مع انحدارات خطية بعض الاختلافات على الصفات المدروسة على مستوى نفس الصنف و بين مختلف الاصناف الاخرى.

<u>الكلمات المفتاحية</u>

الحمص, التباين الجيني ,الوراثة الصفات المورفولوجية , تلمسان.

Sommaire :

Introduction

Les légumineuses alimentaires sont parmi les cultures vivrières les plus cultivées par l'homme. Elles constituent une importante source protéique et se présentent comme un substitut aux protéines animales, disponibles à travers les viandes rouges et blanches qui sont difficilement accessibles à de larges couches de la population. Les Légumineuses sont cultivées pour leur capacité à fixer l'azote atmosphérique et pour rompre les successions céréalières préjudiciables aux rendements et aux productions à travers les assolements (Hamadache et *al*.,1997).

En Algérie La culture des légumineuses alimentaires a fait partie de nos systèmes agraires depuis très longtemps dans différentes zones agro-écologiques du pays. Actuellement la production nationale ne couvre pas les besoins internes du pays et l'État à recours à des importations. Ainsi, 1800.000 quintaux de légumineuses alimentaires sont importées chaque années ce qui est l'équivalent de 123 millions de dollars (FAO.2006).

Le pois chiche occupe une grande place dans nos habitudes alimentaires ; La production actuelle de pois chiche est très faible et les surfaces occupées par cette espèce sont en diminution progressive (Abdelguerfi et *a*l., 2001a). Actuellement, l'Algérie possède peu de variabilité pour le pois chiche. Les variétés populations cultivées méritent, cependant des études sérieuses pour en déterminer les caractéristiques qui feront qu'elles soient appréciées par les agriculteurs et préservé ex-situ.

Cependant cette espèces a bénéficié de peu d'intérêt dans le domaine de la préservation des ressources phytogénétiques. Les cultivars, populations ou variétés locaux ne sont pas connus actuellement bien qu'ils aient fait l'objet de plusieurs études de caractérisation, dans les années 60 (Laumont et Chevassus, 1956). Toutes les variétés présentent des intérêts non négligeables. Leur perte, en tant que ressources génétiques, est due à des facteurs biotiques, abiotiques, mais essentiellement à des facteurs anthropiques (perte du savoir, des pratiques traditionnelles, érosion génétique de semences locale compensée par l'introduction de variétés étrangères, progrès agricoles …) (Sadiki et Halila, 1997), et provoque inexorablement une érosion génétique qui va à l'encontre du progrès agricole. Pour y remédier a ce problème une prospection concernant les ressources phytogénétique et leurs caractérisation s'impose.

Dans cette optique le présent travail, est une contribution à la préservation et conservation des ressources phytogénétique par une prospection et une collecte des variétés locales et introduites de pois chiche « *cicer arietinum* » au niveau de la wilaya de Tlemcen.

Ces variétés feront l'objet d'une caractérisation morphologique (Etudier la variabilité des caractères, ainsi que leur corrélation et leur valeur génétique), comportementale (Potentialités agronomique) et d'une analyse de l'interaction génotype× milieu. De plus une étude pédologique aura lieu afin d'en définir les propriétés des sols des zones d'étude.

Ce travail de mémoire comporte une analyse bibliographique visant à présenter l'état des cultures des légumineuses alimentaire et en particulier celle du pois chiche dans le monde et en Algérie et une étude de la plante, Ensuite une Présentation du cadre d'étude, donc de la région concerné qui est dans notre cas la wilaya de Tlemcen. Et une partie expérimentale consacré à la description de la méthodologie suivie pour mettre à terme ce travail ainsi qu'une matérialisation du travail du terrain et celui du laboratoire, et enfin une discussion des résultats qui sera finaliser par une conclusion et des perspectives.

Analyse Bibliographique

I.Superficie et production mondiale :

Le pois chiche possède un rôle important dans l'alimentation humaine. Il est classé en 14ème ordre en ce qui concerne la superficie qu'il occupe et vient en 16ème ordre dans la production mondiale. (Knights *et al*., 2007).

Cependant le pois chiche maintient un statut signifiant parmi les légumineuses alimentaire cultivées à travers le monde, soit 14.6% du total de la production venant en 3ème ordre et en deuxième ordre concernant la superficie soit 15.3%.(figure N°1) (Knights *et al*., 2007).

le pois chiche occupe la seconde place avec une superficie de 11,2 millions d'hectares et une production annuelle estimée à 9,2 millions de tonnes et un rendement moyen de 820 kg/ha (Knights *et al*.,2007).

Entre les années 1998 et 2006 les superficies emblavées et la production du pois chiche ont varié respectivement de 9,8 à 11,9 millions d'hectares et de 6,3 à 9,5 millions de tonnes (AAC, 2006).

Néanmoins, entre 2000 et 2003, sous l'effet des contraintes biotiques et abiotiques, les superficies emblavées ainsi que la production du pois chiche ont connu une nette régression.

Les échanges mondiaux de pois chiches sont en régulière progression : ils sont passés de 100 000–150 000 t/an dans les années 1970 à près de 700 000 t/an entre 1998–2002. Les principaux exportateurs en 1998–2002 étaient l'**Australie** (192 000 t par an), le **Mexique** (155 000 t), la **Turquie** (114 000 t), le **Canada** (85 000 t) et l'**Iran** (75 000 t). Pendant cette période, les principaux importateurs étaient l'Inde (183 000 t par an), le Pakistan (98 000 t), l'Espagne (57 000 t), l'Algérie (43 000 t) et le Bangladesh (40 000 t).

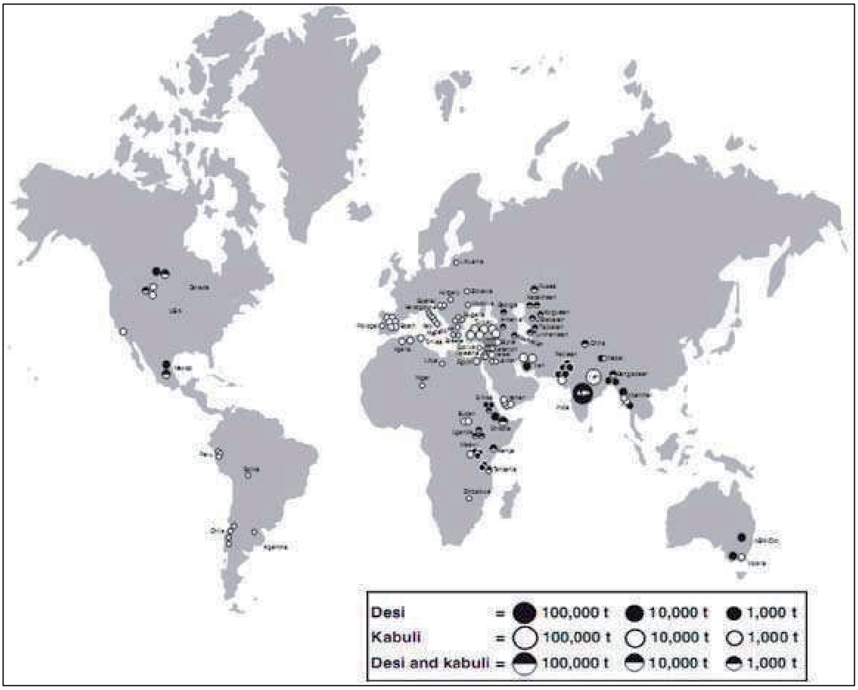


Figure n°1 : distribution et production des pois chiches **kabuli** et **desi** à travers le monde (FAO, 2006).

La FAO a listé 51 pays producteurs de pois chiche durant la dernière décade (Knights *et al.* ,2007).

l'Asie de l'est est la région la plus productrice du pois chiche a travers le monde (74.9% de la production totale) dont l'Inde fut le pays dominant (65%). huit autre pays ont atteint plus de 100,000t durant cette période: Pakistan (7.5% de la production mondiale), Turquie(7.5%), Iran(3.4%), Mexico(2.8%), Australie(2.4%),Canda(2.0%), Ethiopie(1.8%) et le Myanmar(1.7%). (Knights et al., 2007)).

II. Importance de la culture du pois chiche :

II.1 Importance économique :

A travers le monde, le pois chiche (*Cicer arietinum L.*) est l'une des plus importantes légumineuses à graines. Le pois chiche occupe la troisième position Dans la famille de la légumineuse après l'haricot (Phaseolus vulgaris) et le pois (Pisum sativum L.), (FAO.2007).

Le type kabuli et le type desi sont cultivé a travers le monde et possèdent des noms très différent *i.e* : Chickpea (UK), Garbanzo (Latin Amérique), Bengal gram (Inde), Hommes, Hamaz (monde arabe), Shimbra (Ethiopie) et Nohud et Loblebi (Turkie) (Smithson *et al*. 1985; Singh., 1987).

II.2 Importance alimentaire :

A travers le monde, le pois chiche est un aliment de base (Berger et *al*., 2003). Il a une composition alimentaire très riche en protéines digestibles et contient une fraction lipidique qui renferme des acides non saturés tels que les acides linoléiques et oléiques. D'autant plus, il est réputé comme plante médicinale pour ses vertus cosmétiques et diététiques, (Slim et al., 2006).

Propriétés : La composition de graines mûres crues de pois chiche, par 100 g de partie comestible, est : eau 11,5 g, énergie 1525 kJ (364 kcal), protéines 19,3 g, lipides 6,0 g, glucides 60,7 g, fibres alimentaires 17,4 g, Ca 105 mg, Mg 115 mg, P 366 mg, Fe 6,2 mg, Zn 3,4 mg, vitamine A 67 UI, thiamine 0,48 mg, riboflavine 0,21 mg, niacine 1,5 mg, vitamine B_6 0,54 mg, et acide ascorbique 4,0 mg. (USDA. 2004).

La composition en acides aminés essentiels, par 100 g de partie comestible, est : tryptophane 185 mg, lysine 1291 mg, méthionine 253 mg, phénylalanine 1034 mg, thréonine 716 mg, valine 809 mg, leucine 1374 mg et isoleucine 828 mg. (USDA. 2004). Les principaux acides gras, par 100 g de partie comestible, sont : acide linoléique 2593 mg, acide oléique 1346 mg, acide palmitique 501 mg, acide linolénique 101 mg et acide stéarique 85 mg (USDA. 2004).

La teneur en protéines du pois chiche, plus faible que celle de la plupart des autres légumes secs, est compensée par une meilleure digestibilité. Parmi les facteurs antinutritionnels, il faut citer des inhibiteurs de trypsine, les hémagglutinines, les tanins et les oligosaccharides. (Mcphee *et al*., 2002).

II.3 Importance agronomique :

Dans les régions semi-arides du bassin méditerranéen où les ressources en eau sont en constante régression, les agriculteurs se rendent compte, de plus en plus, du rôle appréciable que jouent les légumineuses à graines dans la fertilisation organique du sol, surtout, dans le système de l'agriculture durable (Pacucci *et al*., 2006).

En fait, le pois chiche (*Cicer arietinum L.*) est cultivé sur une large gamme de zones bioclimatiques qui s'étendent du subtropical, l'Inde et le Nord-est de l'Australie, aux zones arides et semi-arides des régions du Bassin méditerranéen et de l'Australie Méridionale (Pacucci *et al*., 2006).

Le pois chiche peut fixer, par voie symbiotique, plus de 140 kg/ha d'azote atmosphérique et satisfaire plus de 80% de ses besoins en azote (Pacucci *et al*., 2006).

En raison des importantes quantités d'azote, incorporées dans le sol et délaissées dans les résidus, la culture du pois chiche maintient, pour une longue durée, la fertilité du sol et entre dans le système d'agriculture durable (ICRISAT. 2008).

I.Situation des légumineuses alimentaires en Algérie :

La culture des légumineuses alimentaires fait partie de nos systèmes agraires depuis très longtemps dans différentes zones agro-écologiques du pays. Elles constituent une composante importante dans les systèmes de production céréaliers.

Leur utilité dans l'alimentation humaine et animale comme source de protéines ainsi que leur effet bénéfique sur la fertilité des sols sont largement connus. Bien qu'elle ait bénéficié de quelques programmes de développement, la production de ces cultures en Algérie n'a pas connu l'évolution, alors que la demande de consommation ne cesse d'augmenter, d'où le recours systématique à l'importation. Ainsi, 1800.000 quintaux de légumineuses alimentaires sont importés chaque année, qui est l'équivalent de 123 millions de dollars (FAO. 2006).

L'insuffisance de la production des légumineuses alimentaires en Algérie est due à la régression de la sole qui leur est réservée. Cette régression est due, d'après les résultats du projet d'encadrement des programmes prioritaires en grandes cultures (INRA/ITGC. 2004), à une faible marge bénéficiaire due à la faible productivité de ces espèces, comparée aux coûts élevés à l'hectare; utilisation de variétés non performantes ; non maîtrise des techniques culturales surtout de la récolte(pertes importantes) ; coût onéreux des facteurs de production qui engendrent des charges élevées à l'hectare ; indisponibilité des intrants au moment opportun (désherbants et traitements phytosanitaires) ; marché semencier non organisé, avec difficulté d'écoulement de la production ; concurrence par des produits importés de meilleure qualité ; absence d'une industrie de transformation.(INRA/ITGC. 2004).

A cela s'ajoutent des contraintes abiotiques et biotiques qui entravent le développement des légumineuses alimentaires en Algérie et qui font que certaines d'entre elles soient des cultures à risque. Ces cultures sont prédisposées à des attaques de plusieurs espèces d'insectes ravageurs (Plancquaret et al. 1991), elles sont sujettes aux maladies qui sont causées par une centaine d'espèces fongiques; certaines d'entre elles sont responsables de maladies économiquement dangereuses (Sohl *et al*. *in* Bouznad et *al*.,1996).

D'après Sayoud et al. (1999), leur importance est variable, dont certaines, peuvent anéantir des cultures complètes tels que l'anthracnose, le flétrissement, les pourritures racinaires, le botrytis et la rouille. Le problème des mauvaises herbes et des plantes parasites, constitue aussi une contrainte majeure pour le développement de ces cultures.

Au regard de cette situation, des actions ont été entreprises dans le cadre du Plan national de développement agricole et rural (MADR. 2009) pour la relance et le développement des légumineuses alimentaires qui vise essentiellement la réduction de la jachère et valorisation du capital sol ; satisfaction des besoins nationaux et l'organisation de la relance du secteur des légumineuses alimentaires. (MADR.2009).

L'objectif du programme 2009/2014 est d'emblaver une superficie totale en légumineuses alimentaires de 120.000 hectares toutes espèces confondues, avec une production totale attendue de 2.8 millions de quintaux dont 1.000.000 quintaux de pois chiche et lentille. (MADR. 2009). A cet effet, un dispositif est mis en place dans le cadre du PNDAR (plan nationale du

développement agricole et rural), pour l'octroi d'aide financière aux agriculteurs pour l'application de l'itinéraire technique pour l'amélioration de la productivité et l'institution de prime compensatoire pour la mise en culture de la jachère et une autre prime à la production des légumineuses alimentaires. (MADR.2009).

La création de réseau maghrébin de recherche sur fève et fèverole (REMAFEVE) en 1992, réunissant l'Algérie, le Maroc et la Tunisie a permis de renforcer les actions de collecte, d'utilisation et la conservation des ressources génétiques de *vicia faba* dans les trois pays (Bertenbreiter et Sadiki. 1996).une stratégie commune est adoptée pour cette espèce dan le but de constituer une collection maghrébine de fève (Sadiki et *al*., 1996).

L'élargissement de ce réseau en REMALA, qui est en cours d'étude, devra permettre d'étendre ces activités au pois chiche et aux autres espèces de légumineuses alimentaires.

II. Principales contraintes de la culture des légumineuses alimentaires :

Les légumineuses alimentaires ont reçu beaucoup d'attention de la part des services agricoles pour augmenter les superficies et améliorer les niveaux de rendements. Cependant les résultats obtenus n'ont pas été à la hauteur des efforts consentis. Dans les environnements où les résultats sont restés mitigés, la plante introduite le plus souvent sur de très larges étendues n'a pas pu s'adapter et les techniques de conduites n'ont pas toujours été suivies (date de semis, rhizobium, mode de récolte). Le rendement médiocre et la baisse de productivité pour les légumineuses alimentaire est due a plusieurs facteurs qui constituent de vrais contraintes et qui doivent impérativement être pris en considération afin d'en trouver les solutions adéquates. (ITGC.1997).

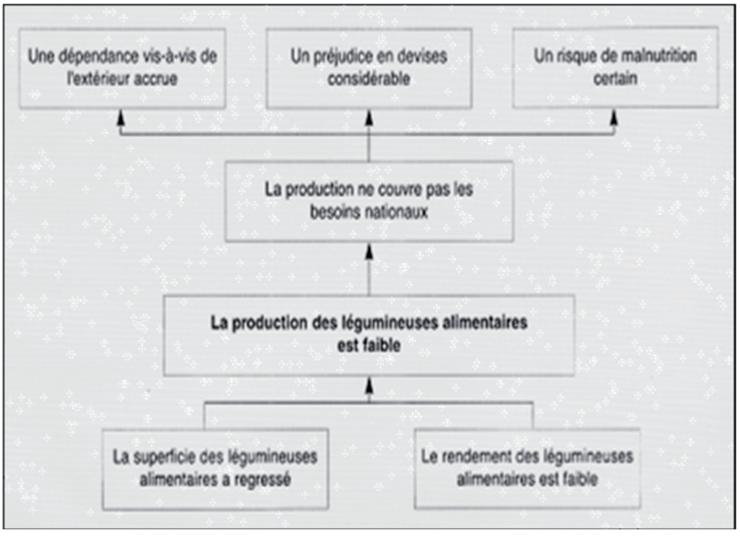


Figure n°2 : arbre des contraintes des légumineuses alimentaires en Algérie. (ITGC.1997).

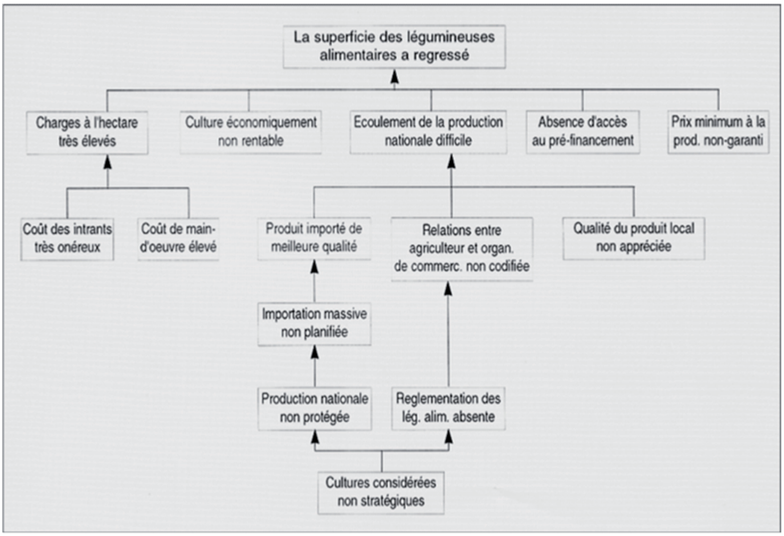


Figure n°3 : arbre des contraintes des légumineuses alimentaires en Algérie ; contraintes conditionnant la régression des superficies. (ITGC.1997).

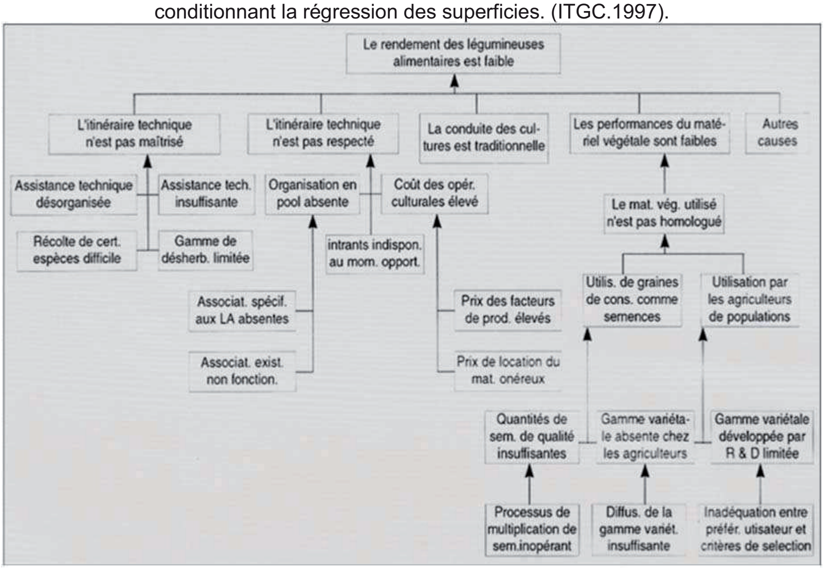


Figure n°4 : arbre des contraintes des légumineuses alimentaires en Algérie ; contraintes influençant la stagnation des rendements (ITGC.1997).

Cette faiblesse de rendement est due essentiellement à :(figure n°2)

1-<u>régression des superficies réservées a cette culture</u>: qui est engendrée par :

- Charge à l'hectare élevé : elles sont très lourdes de conséquence elles sont l'effet conjugué du retrait de l'Etat en matière de soutien de prix des couts des intrants, et des charges occasionnés par le recours à la main d'œuvre (cout élevé).
- Culture non rentable : le niveau de production n'arrive pas à générer un revenu à la hauteur des charges engagées pour la pratique de la culture et son extension.
- Accès difficile aux crédits : l'absence de politique de crédit spécifiques à ces cultures n'encourage pas les agriculteurs à les pratiquer ; de plus l'accessibilité aux possibilités de financement qui s'offrent à l'agriculteur est très contraignants.
- Prix minimum non garanti : jusqu'à 1994 l'Etat assure les prix minimums garantis (PMG) à la production. Son retrait dans la protection des prix met les agriculteurs devant une situation d'instabilité des prix sur le marché qui ne l'encourage pas.
- Ecoulement difficile du produit national : l'écoulement du produit national sur le marché est devenu très problématique du fait que les cultures ne sont pas considérées stratégiques et ne bénéficient donc pas de protection de l'Etat. Ceci favorise les importations massives au détriment du produit local moins concurrentiel.

L'absence d'une réglementation spécifique à ces cultures qui est la résultante du peu de considération accordée à ces cultures a montré que les relations entre les agriculteurs et les organismes de commercialisation ne sont pas codifiées.

2<u>- la faiblesse des rendements</u>: seconde majeure contraintes occasionnée par :

*<u>Les performances du matériel végétal sont faibles en raison</u> : (figure n°4)

- Du processus de multiplication de semences qui est inopérant, et oblige l'agriculteur à utiliser du matériel végétal non homologué.
- De la faible diffusion des variétés sélectionnées en station qui est l'origine de l'utilisation des grains de consommation comme semence par le producteur.
- De l'inadéquation qui existe entre les préférences de l'utilisateur et les critères de sélection qui s'est traduit par une gamme variétale limitée suscitant les agriculteurs à utiliser des populations au lieu du matériel végétal non homologué.
- Des pertes occasionnées par les vols, pacages, piétinement et le caractère traditionnel dans la conduite de ces cultures encouragent leur délaissement.

*<u>L'itinéraire technique non respecté et non maitrisé</u> : (figure n°4)

Le non maitrise de l'itinéraire technique due essentiellement à certaines contraintes d'ordre techniques et structurelles, l'insuffisance et le manque d'organisation de l'assistance technique limitent la maitrise de l'itinéraire technique.

Il faut ajouter aussi que même si l'itinéraire technique est maitrisé, il est moins respecté en raison de :

- ✓ Des raisons des moyens de production qui sont onéreux, des facteurs de production couteux engendrant des couts élevés des opérations culturales.
- ✓ De l'indisponibilité des intrants au moment opportun qui favorise le non respect de l'itinéraire technique. (ITGC.1997).

III. Culture du pois chiche en Algérie :

III.1 Place du pois chiche en Algérie :

Le pois chiche (Cicer arietinum L) est, en Algérie, la seconde légumineuse alimentaire produite après les fèves. Sa culture a connu, durant la décennie 1980-90 une certaine évolution progressive sur le plan des superficies et de la consommation et une évolution régressive en terme de productivité (Anonyme d., 1994). Les causes de la faiblesse de la productivité du pois chiche en Algérie sont souvent d'ordre agro techniques liées aux conditions de semis (période, modes de semis, qualité de la semence) et à l'infestation par les adventices (Hamadache et Ait Abdallah., 1998).

III.1.1 Aperçu sur le développement de la culture du pois chiche en Algérie :

En Algérie, la culture du pois chiche était connue avant 1830 mais le manque de renseignement rend l'évolution de son développement assez difficile à suivre jusqu'à 1928.

III.1.2 historique de la culture du pois chiche en Algérie :

Il est vrai qu'actuellement, l'état accorde une importance particulière à la culture des légumes secs notamment à la culture du pois chiche. Cependant nous allons voir comment cette culture s'est développée depuis la période coloniale.

- **Période coloniale : 1928-1962 :**

Le manque de renseignement assez précis concernant cette période nous amène à considérer la période coloniale a été caractérisée par deux secteurs distincts ; l'un traditionnel constitué de petites exploitations locales en pratiquant une culture de subsistance familiale, l'autre relativement moderne, était composé de grandes exploitations coloniales pratiquant une agriculture de marché.

Les données disponibles concernant l'évolution de la culture montrent une stagnation des superficies chez les exploitations locales (44 917 ha en 1928 et 44 400 ha en 1953) et une augmentation appréciable des superficies destinée a cette culture chez les colons (42 156 ha en 1928 et 71 600 ha en 1953) (Bouhara., 1987).

- **Période postcoloniale 1983-1983** :

Après l'indépendance, la reprise des activités agricoles devait permettre à la culture des légumes secs et notamment à celle du pois chiche, de reprendre sa place dans les assolements. Ceci ne s'est pas produit aussi vite qu'on aura tendance à le croire. En effet, entre les années 1964 et 1970, l'évolution des superficies emblavées en pois chiche est très irrégulière, le maximum étant observé en 1968 avec 35 740 ha. (Zeghdane., 1988).

Tableau n°2 : Evolution du pois chiche en Algérie entre 1964-1983

Année :	Superficie (ha)	Production (Qx)	Rendement (q/ha)
1964	18 230	93 500	5,1
1965	30 790	154 300	5,0
1967	21 150	101 400	4,8
1966	24 630	117 800	4,8
1968	35 740	167 100	4,7
1969	28 930	107 500	4,5
1970	23 780	1198 00	4,1
1971	21 400	107 700	5,0
1972	22 920	93 700	4,1
1973	30 460	121 500	4,0
1974	32 900	165 900	5,0
1975	33 980	247 600	7,3
1976	33 250	253 800	7,6
1977	33 980	256 600	7,5
1978	41 140	216 300	5,3
1979	41 350	166 600	4,0
1980	40 890	158 400	3,9
1981	13 020	24 630	1,89
1982	34 450	92 680	2,69
1983	40 450	98 580	2,44

(Zeghdane., 1988)

Jusqu'à' 1972. La production nationale a pu couvrir les besoins locaux ; mais depuis, les demandes n'ont cessé de se multiplier .la stagnation des superficies et des rendements induites par la marginalisation de cette culture par les agriculteurs ont conduits à la nécessité de l'importation pour palier aux besoins de la nation.

Pour remédier à cette situation, les services concernés ont envisagées un apport supplémentaire de facteur de production, selon l'idée simpliste qu'il suffisait d'accroitre les moyens disponible pour augmenter la production.

Entre 1970 et 1983, on est passé de 23 780 ha emblavés en pois chiche en 1970 à 33 980 ha en 1975. Puis 40 980 ha en 1980 pour arriver à 40 450 ha en 1983. Mais il apparait que toutes ces mesures ont été faites selon une vision strictement empirique et par une gestion bureaucratique du problème.

Par conséquent, les résultats obtenus ont tout presque aboutit à des échecs : 4,1 q/ha en 1970 ; 5q/ha en 1974 ; 2, 44 q/ha en 1983 ; 1,9 q/ha en 1981.a part quelques améliorations constatés durant les trois ans successifs : 1975, 1976,1977 avec les rendements : 7,3q/ha ; 7,6q/ha ; 7,5 q/ha.

Les agriculteurs ont justifiés ces résultats par les fluctuations climatiques. A cela on peut ajouter plusieurs facteurs qui ont sérieusement compromis la réussite de cette culture :

- ✓ Le comportement socio-économique de l'agriculteur qui estime que la pratique d'un élevage ovin se fait sur des terres laissés en jachère, constitue un revenu important susceptible de se justifier, à ses yeux le maintien de la jachère plutôt que de cultiver des pois chiches.
- ✓ Le système des prix réglementé qui rendait les légumes secs en général de moindre importance économique face à l'autre spéculation beaucoup plus compétitives comme le maraichage, l'arboriculture fruitière et les fourrages.
- ✓ Le manque de maitrise des techniques de production et l'inexistence d'une coordination nationale pour l'itinéraire technique des légumes secs d'une façon générale.

- **Période contemporaine 1983-1986 :**

Face à cette situation plutôt catastrophique, les services concernés ont lancé en 1984 un plan national d'intensification des légumes secs, similaire à celui des céréales. Ce plan a le mérite de toucher à tous les niveaux de la production.

Au plan de la recherche, les essais mis en place par l'ITGC ont permis de définir un itinéraire technique permettant d'intensifier la culture du pois chiche par l'amélioration des conditions de mise en culture et de conduite et par la mécanisation des opérations, notamment la récolte.(Anonyme.,1986).

Tableau n°3: Evolution de la culture u pois chiche en Algérie entre1984-1986 (Statistiques agricole, série B).

Année :	Surface (ha)	Production (Qx)	Rendement (Q/ha)
1984	47 900	125 820	2,63
1985	50 580	162 890	3,22
1986	57 740	182 390	3,16

Tableau n°4 : Evolution des prix à la production du pois chiche entre 1975 et 1988

Année :	Prix du quintal (DA)
1975	90
1980	300
1985	500
1987	600
1988	840

(Bouhara., 1975)

Sur le plan économique ; l'augmentation du prix à la production passant de 90 DA /q en 1975 à 840 DA en 1988 (tableau n°4). Cette hausse des prix a permis au pois chiche de rivaliser avec les autres cultures.

III.2 Situations actuelles de la culture des pois chiches en Algérie :

Parmi les aliments de base des algériens, on relève les légumes secs, principalement le Pois Chiche (*Cicer.arietinum L.),* la Lentille (*Lens. culinaris L.*), la Fève (*Vicia faba L.*), le Haricot Sec (*Phasiolus L*) et la Gesse (*Lathyrus sativus*).

III.2.1 Superficies, et Productions :

Abdeguerfi (1989) a signalé que bien qu'elle ait bénéficié de plusieurs programmes de développement, la production de légumineuses alimentaires n'a pas connu l'évolution escomptée tant sur le plan des superficies que sur celui de la production en grains. Toutes les espèces ont régressé, mais c'est surtout la Lentille qui a enregistré le taux de diminution de superficie le plus élevé.

Les rendements moyens oscillent entre 1.6 et 5.9 q/ha. La production a été de 8000 quintaux pour la lentille, 250000 quintaux pour le pois chiche, 200000 quintaux pour la fève et 6000 quintaux pour le haricot (MA.1998).

III.2.2 Le taux d'auto-approvisionnement :
Pour les principaux produits agricoles, le taux d'auto-approvisionnement s'est légèrement détérioré en 2004 par rapport à 2003.

La production nationale ne couvre pas les besoins internes du pays et l'État à recours à des importations Ainsi, 1800.000 quintaux de légumineuses alimentaires sont importées chaque années ce qui est l'équivalent de 123 millions de dollars (FAO.2006).

L'évolution des taux d'auto-approvisionnement montre l'incapacité des politiques menées au cours des dix dernières années à diminuer durablement et significativement la dépendance du pays dans les principaux produits alimentaires (le blé dur, le blé tendre, les pois chiches, le concentré de tomates, l'ail, les viandes rouges). (INA.2008).

Tableau n°5 : Taux d'Autosuffisance Alimentaire (TAS) en %

	2001	2002	2003	2004	Moyenne 1995 - 2004
Légumes secs	**18,1**	**20,7**	**25,6**	**26,2**	**22,4**
Pois ronds	24,1	25,7	59,6	37,0	**24,1**
Pois-Chiches	14,9	30,3	27,3	24,9	**27,7**
Haricots-secs	1,6	1,6	2,4	2,7	**1,8**
Lentilles	1,0	0,7	0,7	1,5	**0,9**
F. et Féverole	94,3	83,7	94,9	96,1	**95,3**

(INA.2008).

Concernant les pois chiches, l'Algérie n'a pas pu assurer son autosuffisance en ce produit comme le montre le tableau N°5. Ce taux ne dépasse pas les 27.7% pour l'année 2004.ce qui prouve ce qui a été dit auparavant. (INA.2008). En 2012, L'OAIC a importé 9.000 tonnes de pois chiches pour réguler le marché durant Ramadhan (MA.2012).

III.2.3 Ressources phytogénétiques :

Appartenant au bassin méditerranéen. L'Algérie est caractérisée par un haut potentiel de variabilité génétique, de ce fait il est considéré comme un grand réservoir génétique à l'échelle mondiale.

En 1956, Ducellier (in Laumont et Chevassus., 1956) a donné des indications très intéressantes sur la large gamme des pois chiches cultivé en Algérie. L'auteur qui a diverses reprises, s'est intéressé la culture des er à l'amélioration du pois chiche indique qu'on peut rencontrer en Algérie 4 variétés botaniques à l'intérieur de l'unique espèce cultivée cicer arietinum L. (INRAA.2006).

Quelques travaux ont bien traduit la grande variabilité génétique du pois chiche existants en Algérie. Cependant nous constatons que cette diversité génétique n'a pas fait l'objet de gestion et / ou de conservation. C'est ainsi qu'à l'état actuel les anciennes variétés, du moins la trentaine de variétés citées par les différents auteurs, ne sont plus cultivées à grande échelle. (INRAA.2006).

Beaucoup de cultivars locaux ont disparu. Cependant, cette érosion génétique a été compensée en partie par des introductions de variétés étrangères et particulièrement les variétés ILC plus résistantes à l'anthracnose et à port dressé (récolte mécanisée) (INRAA. 2006).

En 1956, l'amélioration du pois chiche a débuté, les premiers travaux consistaient à : (INRAA. 2006).

- ✓ Dresser l'inventaire des populations locales ou introduites,
- ✓ Séparer et décrire les différentes formes rencontrées,
- ✓ Faire la nomenclature des caractères de description,
- ✓ Etudier la variabilité de ces caractères, ainsi que leur corrélation et leur valeur génétique.

Les RPGAA de 1962 à ce jour :

Dans le domaine agricole, l'Algérie a connu beaucoup de structurations sur le plan stratégique depuis 1962, avec la création des instituts techniques spécialisés, l'introduction de variétés à haut potentiel et la promotion d'espèces stratégiques. Cette introduction massive des variétés dites à haut potentiel dans le cadre de la révolution verte a certes contribué à l'enrichissement de la diversité génétique mais elle a provoqué une forte érosion génétique au niveau des populations et des variétés locales (INRA.2006).

Pour les légumineuses alimentaires, il a eu l'introduction des variétés d'hiver du pois chiche et lentille, alors que pour les légumineuses fourragères, un programme de développement des espèces annuelles spontanées de Medicago dans le cadre du système Ley-farming a été lancé. Il y'a eu également dans le cadre du développement des cultures fourragères l'introduction et le développement du pois fourrager. (INRA.2006).

III.2.4 Travaux de recherche ITGC et INA :

Les travaux de recherche réalisés, depuis plus de 15 ans par les différentes structures (INA, ITGC...), ont porté essentiellement sur des aspects de techniques culturales et de comportement. Cependant, très récemment et dans le cadre d'un projet PNUD, l'accent a été mis sur le pois chiche d'hiver résistant à l'anthracnose et quelques lignées sont actuellement en phase de production de semence en station et chez les agriculteurs, il s'agit de : **Chetoui 1 ; Flip 84-92c, 84-79c, 85-17c, 84-54c et 82-150c.** (INRAA.2006).

Conscients des conséquences néfastes que peu engendrer le déclin de la diversité génétique sur la production agricole, un projet de recherche sur les ressources génétiques du pois chiche a été initié par l'INRAA en 1996. Ce projet vise, à moyen et long terme, la sélection de génotypes permettant la création de variétés répondant aux préoccupations des agriculteurs et des utilisateurs. (INRAA. 2006).

a- Etat des connaissances :

Actuellement, L'Algérie porte peu de variabilité pour le pois chiche .Les variétés populations cultivées méritent, cependant des études sérieuses pour en déterminer les caractéristiques qui font qu'elles soient encore appréciées par les agriculteurs. Les efforts de la recherche agronomique ont surtout porté sur la sélection du pois chiche et de la lentille. Ces effort sont abouti à la sélection 20 cultivars de pois chiche dont 9 sont en multiplication, 15 variétés de lentilles dont 7 sont en multiplication (ITGC.1999 a).

b- Utilisation des ressources phytogénétiques conservées et principaux obstacles de leurs utilisation :

En matière d'utilisation améliorée des RPGAA (ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture) ; notre pays fait face à des obstacles qui se résument au: (INRAA.2006).

- ✓ Manque de caractérisation et d'évaluation: les travaux de caractérisation se sont focalisés sur les variétés ayant une valeur agronomique Cette caractérisation est basée principalement sur les caractères morphologiques et agronomiques et rarement sur les aspects physiologiques, biochimiques et moléculaires.
- ✓ Capacité insuffisante de sélection végétale.
- ✓ Nature à long terme des activités de présélection nécessaires pour élargir la base de matériels de sélection.
- ✓ Manque de capacité : personnels qualifiés, fonds, formation, installations.
- ✓ Manque de formulation de politiques.

- ✓ Manque d'intégration entre les programmes de conservation et d'utilisation.
- ✓ Manque de coordination entre les chercheurs, les sélectionneurs et les agriculteurs.
- ✓ Obstacles juridiques: inexistence d'un cadre réglementaire en matière d'utilisation durable et de commercialisation des espèces sous exploitées.

III.3 Culture du pois chiche en Algérie :

Le mode de conduite actuelle du pois chiche varie selon les régions, en zones littorales et sub-littorales, il s'apparente au maraichage en se limitant à des parcelles réduites. Dans les hautes plaines, il s'intègre aux grandes cultures en prenant des dimensions importantes. Seulement la production parcellaire, destinée à l'autoconsommation a tendance de s'éclipser tandis qu'elle est remplacé par la production en grande culture, destiné à la satisfaction des besoins croissants de notre population.

Comme toutes les légumineuses vivrières, le pois chiche est considéré comme une plante peu productive (Camacho *et al.,* 1977), les rendements obtenus dans les principaux pays producteurs sont faibles et irréguliers. Selon les données de le FAO ils dépassent rarement 7.06 qx/ha en moyenne. Ceci s'explique avant tout, d'après Wery (1986), par le faible niveau d'intensification de la culture (peuplement faible, peu ou pas de fertilisation, semis tardifs, pas de protection phytosanitaire de la culture). De plus le pois chiche est surtout utilisé pour valoriser des situations peu favorables (sols pauvres et marginales).

Préparation du lit de semences: La préparation du sol pour l'installation du pois chiche est dans son ensemble similaire a celles des céréales, elle vise essentiellement l'obtention d'un lit de semence qui permet un bon contact entre la graine et le sol, ainsi que l'absence d'obstacles mécanique (grosses mottes en surfaces et en profondeur et les croutes de battance) qui sont les premiers causes des manques à la levée. (ITGC.1999b).

Mode de semis: Le pois chiche en Algérie est semé à la volée et dans les meilleures situations, il est semé comme une céréale avec le semoir classique sans aucune adaptation. (ITGC.1999b).

La culture de pois chiche entre dans une rotation quadriennale :

"Pois chiche- blé- fourrages- blé " en régions à pluviométrie supérieure à 500 mm. (ITGC..1987 *in* Melakhessou., 2007).

"Pois chiche - blé- jachère- blé" en régions moins pluvieuses (pluviométrie inférieure à 500mm) (ITGC ,1987). L'objectif de labour et des outils à dents utilisés est de laisser un sol plat, souple et légèrement motteux. . (ITGC.1987 *in* Melakhessou., 2007).

Récolte : La récolte peut avoir lieu si l'humidité des graines est de l'ordre de 18% (ITGC, 1999b).

I.Phénologie du pois chiche:

I.1 Origine du pois chiche :

Le pois chiche est parmi les premières légumineuses à graines domestiquées par l'homme depuis l'antiquité (Van Der Maesen., 1987). Les premières traces d'utilisation du pois chiche comme aliment remontent à environ 7000 ans.

L'aire de distribution du « *Cicer arietinum* » se situe approximativement au sud-est de la Turquie et ses frontières avec l'Iran et l'ex-URSS (Union des républiques socialistes soviétiques) ; à partir de là, la culture s'est étendue aux pays méditerranéens où seul le type «Kabuli» est cultivé. (Ladizinskie., 1975).

L'espèce spontanée ancestrale a été identifiée par l'analyse des profils électrophorétiques des protéines et des enzymes comme étant *Cicer reticulatum Ladiz*. (2n=16) distribuée dans le sud de la Turquie. (**Yadav et *al*., 2007*)*.**

Davis (1969) et Ladizinsky (1975) ont découvert deux espèces sauvages au Sud Est de la Turquie et les ont dénommées respectivement *Cicer echinospernum* Davis et *Cicer reticulatum Ladiz*. Ces deux espèces ne diffèrent pas beaucoup de l'espèce cultivée *Cicer arietinum* L. et ont, en communs avec elle, des caractères morphologiques.

Ladizinsky, (l998), a indiqué que *Cicer reticulatum Ladiz*., à 2n chromosomes =16, est identifié par des analyses des protéines et des enzymes, comme étant l'ancêtre spontané du pois chiche.

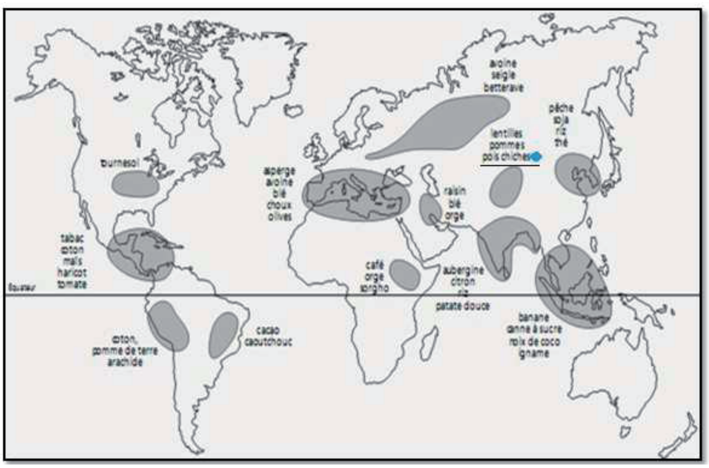


Figure n° 5 : Aire d'origine des principales plantes cultivées. (Lévêque et *al*., 2008)

La figure si dessus montre les différents centres de diversité génétique qui recèlent encore de nombreuses espèces sauvages, cousines des espèces cultivées.

I.2 Cytologie :

A partir de 1960, il a été établi que chez les espèces du genre Cicer, le nombre de chromosomes est n = 8 (2n = 16) (Gupta et., Sharma 1991). L'espèce cultivée *Cicer arietinum* L. a un nombre chromosomique 2n = 16 (Ahmed., 1999).

I.3 Taxonomie :

Le pois chiche est une plante appartenant à la famille des Fabaceae, sous famille de Papilionoideae, tribu de Cicereae, genre Cicer (Paterson *et al*., 2000).

- Classe: Equisetopsida
- Subclasse: Magnoliidae
- Superordre:Rosanae
- Ordre : Fabale
- Famille: Leguminosae / Fabaceae-Papilionaceae
- Genre: Cicer
- Espèce : *cicer arietinum*

Sur le plan botanique, il est décrit comme une plante herbacée annuelle, dressée ou rampante couverte de poils glanduleux. Sa germination est du type hypogé (les cotylédons restent souterrains). .Ses racines peuvent atteindre un mètre de profondeur, mais la plupart se trouvent dans les premiers centimètres (Duke.,1981). Sa tige anguleuse a une hauteur de 0.20 à 1 mètre de haut. Ses feuilles se composent de 7 à 17 folioles ovales et dentées. Les fleurs peuvent être blanches, bleues ou violettes; solitaires et pédonculées. Les gousses sont renflées à 1 - 2 graines presque rondes. Le poids de 1000 grains varie de 200 à 600 grammes (Vander Maessen., 1972).

Les taxonomistes se sont accordés à diviser le pois chiche cultivé en plusieurs types dont les principaux sont desi et kabuli.

I.4 Types de pois chiche :

I.4.1 *Type kabuli* : cultivés en Méditerranée Il est appelé aussi garbanzo, est caractérisé par un feuillage dont la couleur varie du vert claire au vert foncé et une floraison blanchâtre (Il a un port érigé ou semi érigé qui permet la mécanisation de la récolte. Généralement, la hauteur de la plante varie de 30 à 90 cm. En cas d'un sol fertile et profond et d'une alimentation hydrique suffisante, elle peut dépasser 1 m. Les graines sont de couleur crème, couvertes d'un tégument mince (AAC.2004). Le type kabuli (les Macrocarpa :grosses graines) se subdivise en deux sous groupes; le gros kabuli dont les graines ont un diamètre de 8 à 9 mm et un poids de mille graines variant de 410 à 490 g et le petit kabuli dont les graines sont caractérisées par une forme plus régulière, un diamètre de l'ordre de 7 mm et un poids de mille graines de 265 g environ (AAC.2004).

I.4.2 *Type desi* : cultivés surtout en Asie méridionale et en Ethiopie Il est caractérisé par un feuillage dont la couleur tend du vert violacé au glauque et une floraison violacée. Il a un port retombant et un aspect touffu Les graines sont de plus petite taille, de forme irrégulière et à surface ridée couverte d'un tégument épais de couleur foncée qui varie du marron au noir Le poids de 1000 graines varie de 100 à130 g (AAC. 2004).



Figure n°6 : les types de pois chiche (*cicer arietinum*.L) Kabuli et Desi (http/www.agriculture.gov.sk.ca/ visité le 03/03/2008) in Ben Mbarek., 2011).

La couleur des graines est une caractéristique importante du pois chiche car elle détermine sa qualité et son acceptation dans de nombreux pays. Ce sont les pois chiches bruns du type Desi qui sont les plus prisés en Afrique de l'Est.

II. Morphologie du pois chiche :

Le pois chiche (Cicer arietinum L.) est une espèce herbacée, annuelle diploïde.

II.1 Système racinaire :

Le pois chiche est une espèce rustique par son système radiculaire puissant qui se développe dans les deux sens, latéral et pivotant, (Saxena., 1987) dont la croissance s'arrête au démarrage de la floraison, permet à la plante d'explorer un grand volume de sol et lui confère une tolérance à la sècheresse. Il est composé d'une racine principale pivotante qui peut atteindre1 m de profondeur et des racines secondaires traçantes. La profondeur de l'enracinement dépend des techniques culturales, de l'état et de la nature du sol. En effet, la semelle du labour peut entraver l'élongation de la racine principale (Slama., 1998 *in* Ben Mbarek., 2011).

Dans les zones humides, les sols salins, lourds, stagnants et à réchauffement lent au printemps, les racines ont un développement limité et la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique est réduite (Jaiswal et Singh., 2001 in Ben Mbarek., 2011).

II.2 Feuilles et tiges :

Les feuilles ont la forme imparipennée (Poitier., 1981 *in* Ben Mbarek., 2011) et sont composées de 7 à 15 folioles ovales et dentelées, sans vrilles, en position alternée sur un rachis.

Les faces inférieures des feuilles sont couvertes par un duvet formé de poils uni et pluricellulaires. Ces poils renferment des glandes qui synthétisent des acides organiques tels que l'acide oxalique (Slama., 1998 *in* Ben Mbarek., 2011).

Après émergence, la tige du pois chiche est herbacée et devient lignifiée avec l'âge. Comme pour les feuilles, la tige est couverte par des poils uni et pluricellulaires. Selon les génotypes de pois chiche, à une certaine hauteur, la tige se ramifie en deux ou trois branches pour donner des ramifications secondaires et par la suite des ramifications tertiaires. (Slama., 1998 *in* Ben Mbarek., 2011).

II.3 Fleurs et fruits :

Les fleurs (bisexuée) sont zygomorphes, articulées, solitaires ou en grappes de deux fleurs insérées sur des pédoncules axillaires à l'aisselle des feuilles et au niveau des bifurcations.

Le pois chiche est une espèce autogame (Ladizinsky., l987 *in* Ben Mbarek., 2011) caractérisée par une floraison massive. Seulement son taux de nouaison est faible et varie de 28 à 37 % respectivement chez les types kabuli et desi (Khanna-Chopra et Sinha., 1987 *in* Ben Mbarek., 2011).

La floraison, rapide durant les jours longs et lente durant les jours courts, dure, selon les génotypes de 30 à 45 jours.Toutefois, comme le pois chiche est une espèce à croissance indéterminée, sous des conditions hydriques favorables et des températures clémentes, les branches continuent à se développer, à fleurir et à produire des gousses et des graines (Leport *et al*., 2006).

Les premières fleurs, dites pseudo-fleurs ou fausses fleurs, sont imparfaites et ne donnent pas de gousses (Roberts et *al*., 1980).

L'apparition des fleurs imparfaites est liée aux variations des conditions climatiques. Leur nombre augmente, surtout, sous les conditions d'humidité élevée et de températures basses, inférieures ou égales à 15°C (Slama., 1998 *in* Ben Mbarek., 2011).

En cas de précipitations faibles ou rares et de températures élevées, supérieure à 15 °C, avec un optimum entre 20 et 24 °C, toutes les fleurs sont fertiles et les fausses fleurs sont presque inexistantes (Khanna-Chopra, *et* Sinha., 1987 *in* Ben Mbarek., 2011).

Le fruit est une gousse de forme globuleuse, renflée, ovale, velue, pendante et portant un bec (Ladizinsky., l987). Elle peut comporter de 1 à 3 graines qui peuvent être lisses ou ridées, arrondies ou irrégulières forme ronde forme ronde à angulaire forme angulaire (UPOV. 2005).

La longueur du cycle du pois chiche, des types kabuli et dési, dépend de la chaleur et de l'humidité disponible dans le sol.

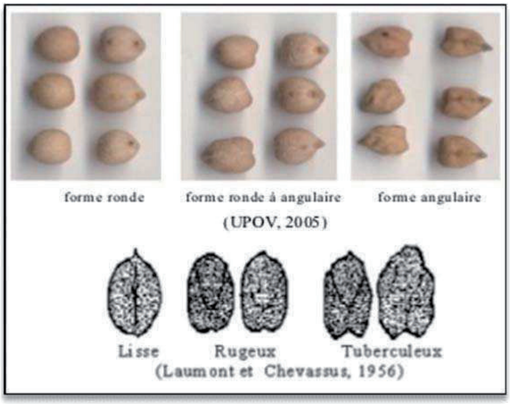


Figure n°7 : forme et aspect des graines de pois chiches *cicer arietinum .L* (Laumont et Chevassus., 1956).

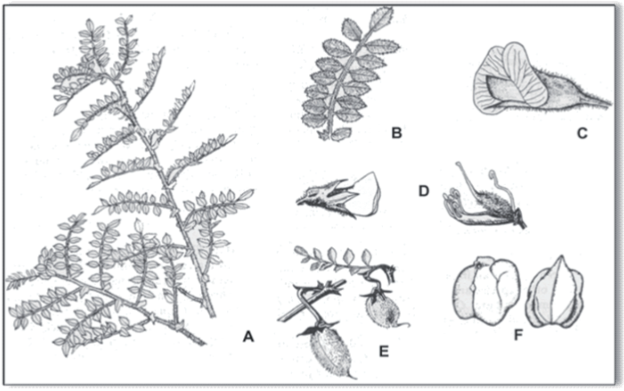


Figure n°8 : le pois chiche: *cicer arietinum*
Tige feuillue (A), feuille composée de 16 folioles (B), fleurs zygomorphe(C), étamines, pistil et ovaire (D), gousses en développement (E), graines (F).(Blumber., 1991).

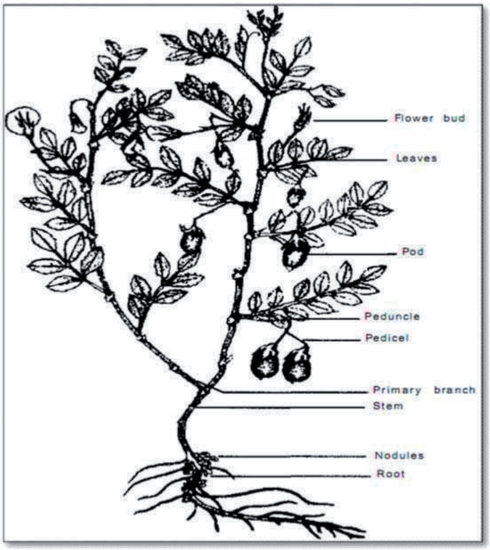


Figure n°9 : plante entière modèle du pois chiche (Singh et Diwakar , 1995).

II.4 Graines :

Approximativement sphérique, avec une surface rugueuse ou lise, avec un diamètre d'un peu plus de 14 mm, très variable en couleur, généralement de couleur crème à l'état mature. On trouve dans la gousse 1 à 2 graines et rarement 3 dans certaines variétés. (Cubero., 1987 *In* Saxena et Singh., 1987).

III. Croissance et développement :

Dans le bassin méditerranéen, le pois chiche (Cicer arietinum L.) est conduit en culture pluviale. Il est, généralement, du type kabuli (Saxena., 1985), et cultivé dans les régions où les précipitations sont assez fréquentes dans le temps et dans l'espace avec une moyenne annuelle supérieure à 400mm (Saxena., 1987).

Les plantules lèvent généralement entre 7–15 jours après le semis. La floraison débute au bout de 30–60 jours. Le pois chiche est autogame et présente moins de 2% d'allogamie. Le cycle cultural est normalement de 3–6 mois, mais comme le pois chiche est indéterminé par nature, il peut continuer à croître aussi longtemps que l'humidité ne constitue pas un facteur limitant. Sa racine pivotante robuste et profonde sert à la plante d'organe pour emmagasiner de l'eau pendant son développement, ce qui prolonge sa croissance pendant la saison sèche. La nodulation du pois chiche est réalisée efficacement par *Mesorhizobium ciceri* et par *Mesorhizobium mediterraneum*. (Hanelt et *al*., 2001).

IV. Exigences édapho-climatiques de la culture :

IV.1 Exigences édaphiques :

Le pois chiche est peu exigeant en qualité du sol. A l'origine, les premiers écotypes ont été collectés à partir des sols marginaux, rocheux, à texture grossière et des sols profonds à texture fine dont le pH est neutre ou alcalin, variant de 7,3 à 8,2 (Berger et al., 2003 in Ben mbarek.2011).Néanmoins, il est adapté aux sols bruns et bruns foncés (Jaiswal et Singh., 2001 *in* Ben mbarek.,2011)).

Le pois chiche est très sensible à une mauvaise aération due a une mauvaise préparation du sol ; ce qui engendre des problèmes d'asphyxie racinaire et par conséquent des pertes à la levée. (Berger et al., 2003 in Ben mbarek.,2011).

Nutrition minérale du pois chiche : La formule générale de fertilisation recommandée pour l'Algérie est: 10-20 U d'azote/ha au stade 6 à 8 feuilles, 50-75 U de P2O5/ha et 70-91U de K2O/ha. La semence doit être traitée (ravageurs, maladies) et de bonne faculté germinative. Le semis doit être effectué le plutôt possible pour profiter des pluies précoces et réduire les risques d'un déficit hydrique en fin de cycle, à raison de 60-70 plants /m2 (semis d'hiver) ou 40 à 50 plants/m2 (semis de printemps). L'interligne étant de 50cm et la profondeur 4 à 6 cm. (Melakhessou., 2007).

IV.2 Exigences climatiques :

a. Température :

Une température ambiante, variant de 20 à 30 °C le jour et de l'ordre de 20 °C la nuit, assure un bon développement végétatif du pois chiche. Le pois chiche du type kabuli craint les gels et il est facilement infecté par les champignons telluriques. Au moment du semis, la température du sol doit être supérieure à 10 °C. En fait, un sol relativement chaud permet une réduction de l'exposition des semences aux maladies, une germination des graines et une émergence des plants rapides (Jaiswal et Singh., 2001 *in* Ben mbarek., 2011).

Les hautes températures supérieures à 38 °C retardent considérablement la floraison du pois chiche (Ellis et *al.,* 1994 *in* Ben mbarek .,2011). Les températures supérieures à 30 °C, qui se manifestent durant une période de 3 à 4 jours de suite, occasionnent de lourdes pertes du rendement. D'après Singh et al. (1994), 50 % des fleurs des plantes exposées durant l'anthèse à une température supérieure à 30 °C sont presque stériles. Slama (1998 in Ben Mbarek., 2011) a indiqué que les cultivars dont les gousses ont mûri pendant des jours chauds ont subi des réductions du rendement en grains.

b. Eau :

Par comparaison aux autres espèces de la tribu des Viciées, grâce à son système racinaire profond, le pois chiche est doté d'une certaine rusticité et d'une tolérance à la sécheresse (Verghis et al., 1999).

D’après Wery, (1990), une consommation en eau de 100 à150 mm confirme que le pois chiche est doté de bonnes capacités pour extraire l’eau stockée dans le sol. Néanmoins, quelque soit le type de culture, de printemps ou d’hiver, et le type de pois chiche, dési ou kabuli, la phase critique pour les besoins en eau est entre les phases phénologiques fin floraison et stade laiteux (Verghis et al., 1999).

Slama (1998 *in* Ben Mbarek.,2011) a énoncé que **le pois chiche** craint le stress hydrique durant les stades de floraison et de remplissage des graines.

D’après Saxena (1985), les génotypes de pois chiche, du type kabuli, sont, généralement, cultivés dans les régions où les précipitations moyennes sont supérieures à 400 mm/an. En fait, avec une dose d’irrigation qui varie de 110 à 240 mm, le rendement en graines varie de 0,9 et 3 t/ha.

V. **Types de culture de pois chiche** :

Le pois chiche est une espèce de jours longs. Les photopériodes prolongées et les températures élevées accélèrent les phases de développement végétatif et reproducteur (Summerfield et *al.,* 1984).

Deux types de culture de pois chiche sont pratiqués, notamment le pois chiche d’hiver et le pois chiche de printemps. Ils diffèrent entre eux par les dates de semis en novembre-décembre pour le pois chiche d’hiver et en fin février-début mars pour le pois chiche de printemps (Saccardo *et al*., 1990). Le cycle de culture est de huit mois pour un semis d’hiver et de trois mois seulement pour un semis de printemps.

Le pois chiche **d’hiver** et le pois chiche de **printemps.** Les dates de semis du pois chiche varient selon le type de culture et les régions bioclimatiques.

V.1 Pois chiche de printemps :

Dans les zones bioclimatiques subtropicales, arides et semi-arides des régions méditerranéennes, le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est semé au printemps (Loomis et Connor, 1992 *in* Ben Mbarek., 2011).

Dans le bassin méditerranéen, il est l’unique légumineuse à graines conduite en culture pluviale de printemps (Bamouh et al., 2002). Il est soumis à des contraintes climatiques telles que la sécheresse et la gelée printanières (ICARDA, 1992 *in* Ben Mbarek.,2011).

En Asie Occidentale et en Afrique du Nord, notamment, le type Kabuli, moins exigeant en eau que le pois et la fève (Slama., 1998 *in* Ben Mbarek.,2011), est pratiqué en culture pluviale de printemps dans les régions de culture du blé où les précipitations annuelles varient de 350 à 600 mm (Singh., 1994).

Les hautes températures et le manque d’eau limitent la croissance des plantes et réduisent le cycle biologique de la culture à trois ou quatre mois (Bamouh et al., 2002).

V.2 Pois chiche d’hiver :

Suite à la sélection des variétés résistantes au froid et à l'anthracnose, les premiers essais de culture du pois chiche d'hiver ont été effectués vers 1978 par l'ICARDA (Saccardo et Calcagno., 1990).

Le pois chiche d'hiver remplace la jachère, profite des précipitations hivernales et échappe des gelées printanières (ICARDA.1992).

Singh et al. (1994) ont indiqué que le semis précoce permet à la culture de pois chiche de profiter des pluies hivernales engendrant un développement végétatif et un rendement meilleurs. En fait, le pois chiche d'hiver a un rendement potentiel plus élevé que celui du pois chiche de printemps (Malhotra, 1998). Néanmoins, le pois chiche d'hiver ne manque pas d'inconvénients. L'occupation du sol est plus longue et les travaux d'entretien, notamment le désherbage, sont multiples. La date du semis du pois chiche d'hiver du type kabuli affecte significativement le cycle biologique de la culture, la production de la matière sèche et le rendement en graines.

L'expression du potentiel génétique du rendement en graines du pois chiche d'hiver, généralement, plus élevé que celui du pois chiche du printemps (Singh, 1990 in Ben Mbarek.2011).

Avec une pluviométrie bien distribuée de 550mm, le rendement potentiel du pois chiche d'hiver est de 2,2 t.ha-1 et ne diffère de celui d'une culture du printemps que de 17%. Par contre avec une pluviométrie de 370 mm, le rendement potentiel d'une culture de pois chiche d'hiver n'est que de 1,5 t.ha-1 avec une augmentation relative de 197% par comparaison à celui du pois chiche de printemps (Kamel, 1990).

Sheldrake et al., (1978) ont remarqué que la formation de deux gousses par nœud est spécifique aux génotypes précoces et augmente le rendement en graines de 6 à 11%. Des travaux conduits, dans le bassin méditerranéen, par l'ICARDA ont montré que le semis d'hiver a enregistré une augmentation du rendement en graines de 61% par comparaison au semis de printemps. Le rendement potentiel du pois chiche d'hiver est stable, élevé et varie de 4 à 5 t/ha.

VI. Ennemies de la culture et moyens de lutte :

Le pois chiche (cicer *arietinum*) est sensible à plus de cinquante agents pathogènes (Ayadi., 1986).

Les maladies les plus fréquentes sont L'Anthracnose (*Ascochyta rabiei* transmis par la semence et résidus de récolte) pouvant entraîner jusqu'à 80% de perte en Algérie et le complexe de flétrissement (ensemble de champignons dont surtout *Fusarium oxysporum*). **(Melakhessou., 2007).**

VI.1 Maladies cryptogamiques :

- l'anthracnose ou l'ascochytose (*Ascochyta rabiei)***:**

L’anthracnose est due à un champignon : *Ascochyta rabiei* qui provoque des dégâts sur toutes les parties situées au dessus du sol.



Figure n° 10: symptômes d’attaque de l’anthracnose sur le plant du pois (gousses, et feuilles) chiche. (paridss.usask.ca/specialcrop/pulse_diseases/index.html)

Les moyens de lutte par les techniques culturales en particulier la pratique de rotation, l’enfouissement ou la destruction des résidus de récoltes et l’utilisation de semences saines permettent un certain contrôle de l’inoculum primaire (Ayadi., 1986).

En revanche**,** l’anthracnose, une maladie endémique sur le pois chiche de printemps, est particulièrement plus dangereuse sur le pois chiche d’hiver à cause des conditions climatiques hivernales favorables et l’exposition assez longue de la culture à cette maladie (Kassem et al., 2006). Il serait donc utile que les variétés du pois chiche d’hiver doivent avoir une résistance non spécifique ou stable à l’anthracnose. Néanmoins, dans la pratique et en raison de certaines barrières génétiques, ce type de résistance n’est pas facilement réalisable (Kamel., 1990).

- Moisissure grise *(Botrytis cinerea)*

Une infection à Botrytis peut causer la fonte des semis et le dépérissement des fleurs, des feuilles et des gousses. Les baisses de rendement pourraient atteindre 20 %, et la qualité des semences pourrait diminuer en raison de l’altération de leur couleur. La maladie est des plus graves dans les saisons à la fin desquelles l’humidité est forte.

- Pourridié (*Fusarium solani, Rhizoctonia solani et Pythium spp.*)

Les plantules infectées meurent normalement, tandis que les plantes à maturité qui sont infectées peuvent être rabougries. Chez les variétés Kabuli et Desi, on peut déplorer jusqu’à 90 % et 30 %, respectivement, de pertes de rendement.

Les mesures de lutte contre la fusariose, qui est transmise par le sol et par la graine, sont le recours à des semences issues de plantes exemptes de maladies, l’enrobage avec des fongicides et l’emploi de cultivars résistants.

VI.2 Insectes et nématodes :

- la mineuse du pois chiche :

C’est un diptère dont l’espèce *liriomyza cicerina* responsable des dégâts considérables ayant des répercussions tant sur le plan agronomique qu’économique, en entrainant la diminution du rythme de la photosynthèse. Pour la lutte, il faut recommander des labours profonds après une

récolte de pois chiche à fin d'entraver une remontée des adultes lors de leurs éclosion au printemps suivant d'un semis précoce qui peut présenter une solution dans la mesure ou il permet d'avoir un végétal suffisamment développé, de bonne vigueur (masse de feuille importante) (Zeghdane .,1988).

- les nématodes à galles (*Meloidogyne javanica*)

Constituent un parasite important du pois chiche. (Haware et al .,1998).

- Le foreur des gousses (*Helicoverpa armigera*) et le ver gris (*Agrotis ipsilon*)

Sont des insectes ravageurs courants du pois chiche en Afrique de l'Est et en Inde. Des insecticides tels que l'endosulfan sont recommandés pour lutter contre ces insectes. Des pratiques de lutte intégrée des ravageurs (IPM), qui comprennent le recours aux cultivars tolérants, la surveillance des populations de ravageurs, les biopesticides et les prédateurs naturels, ont été mises au point pour diminuer la dépendance aux insecticides. (Haware *et al* . 1998).

Les bruches *Callosobruchus* spp. (Charançon) Constituent des ravageurs importants du pois chiche stocké. (Haware *et al* . 1998).

VI.3 Ravageurs vertébrés :

Il n'y a pas de ravageurs vertébrés importants des cultures de pois chiches, bien que les lapins (lièvres) et les cerfs puissent causer des déprédations localisées dans les cultures.

VI.4 Accidents climatiques :

Parmi les accidents culturaux possibles ; on note la coulure liée aux conditions climatiques défavorables (gelées tardives, siroco) et le phénomène d'avortement des gousses qui peut commencer environ 15 jours après la floraison. **(Melakhessou., 2007).**

VI.5 Mauvaises herbes :

Le pois chiche est très sensible à la concurrence des adventices, particulièrement au cours des 4–6 premières semaines après le semis. La lutte contre les mauvaises herbes s'effectue d'habitude par des moyens mécaniques. Les populations d'adventices peuvent être élevées si la culture ne reçoit des pluies que tard après le semis ; dans ce cas, il est nécessaire de désherber immédiatement. (Hanelt *et al*., 2001).

En Algérie, les espèces adventices de pois chiche les plus fréquentes sont : *Sinapis arvensis ,Avena sterilis, Phalaris paradoxa, Bromus sp, Calendula arvensis , Polygonum aviculare, Capella bursa pastoris, Silena sp, Chenopodium album, Anacyclus arvensis, Triticum sp, Torilis nodosa , Angali arvensis, Medicago sp, Amaranthus p, Raphanus raphanistrum L, Convolvulus arvensis, Lolium multiflorum* (Kermiche.,1991 *in* DJEZZAR , 1993 et ITGC , 1995 *in* **Melakhessou., 2007**). Notons que les dégâts engendrés par les mauvaises herbes chez le pois-chiche peuvent atteindre 30 à 50% (PANWAR cité par SAXENA, 1980 *in* **Melakhessou., 2007**) et que Saxena.,1983) a montré le rendement d'une culture désherbée à la main augmente de 42 % par rapport au témoin non désherbé.

VII. Composantes du rendement :

D'après Ofori (1996 *in* Ben Mbarek et *al*.,2009), le rendement en grains le plus élevé est prévisible si toutes les composantes du rendement sont à leurs niveaux maximums.

Yousaf et *al*. (1999a ; 1999b *in* Ben Mbarek *et al*., 2009) ont indiqué que le rendement en grains est un caractère complexe qui résulte de l'interaction d'une multitude de facteurs hautement sensibles aux variations environnementales. Il pourrait être estimé sur la base de la performance d'un certain nombre de composantes morpho-physiologiques et phénologiques telles que la hauteur de la plante, le nombre de branches, de gousses et de graines par plant, la date de floraison et le poids de 100 graines (Singh., 1977 *in* Ben Mbarek *et al*., 2009). Selon Jain et al. (1991*in* Ben Mbarek *et al*, 2009), la combinaison entre ces composantes s'est révélé le meilleur moyen pour l'amélioration du rendement.

VIII. Ressources et Diversité Génétique :

VIII.1 Ressource et variabilité génétique :

VIII.1 1 Le pois chiche et sa relation phylogénétique avec les autres espèces du groupe Cicer :

Le genre Cicer Comprend un grand nombre d'espèces 43 espèces, 9 annuelles et 34 vivaces. A fin de trouver des liens parentaux entre les espèces annuelles sauvages et cultivées du genre Cicer, Ladizinsky et Alder (1975), ont effectué des croisements interspécifiques entre les trois espèces sauvages *C.judaïcum Boiss., C. pinnatificum Jaub* et *Spach* et *C. bijucum Rech*. et l'espèce cultivée C.arietinum L. Les hybrides ainsi obtenus ne sont pas viables.

Vander-Maessen (1979 *in* Ben Mbarek., 2008) a décrit les espèces du genre Cicer et les a réparties en trois groupes:

- Espèces annuelles sauvages : *C. reticulatum, C. echinospernum, C. bijucum, C.judaïcum, C. pinnatifidum, C. cuneatum, C. yamashitae, C. chorassanicum.*
- Espèces pérennes sauvages *: C. montbretii, C. microphyllum, C. rechingeri, C.anotolicum, C. floribundum, C. pengens, C. graecum.*
- Espèce Annuelle Cultivée : *C. arietinum L.*

Dalhoumi *et al*. (1999 in Ben Mbarek.,2008) ont énoncé que l'étude de la parenté génétique des huit espèces annuelles sauvages du genre Cicer et de l'espèce annuelle cultivée *Cicer arietinum L*., a permis de détecter la présence d'une variabilité interspécifique remarquable et d'établir des relations phylogénétiques entre ces espèces.

L'analyse biochimique de l'ADN de huit espèces de pois chiche annuel a montré qu'ils peuvent être répartis en deux groupes (ICARDA. 1991):

- ✓ Groupe I: *C. arietinum, C. reticulatum, C. echinospermum;*
- ✓ Groupe II: *C. judaicum, C. cuneatum, C. bijugum, C. pinnatifidum, C. yamashitae;*

Sur la base de la distance génétique de l'ancêtre *Cicer arietinum* L., Berger *et al*. (2003) ont indiqué que le genre Cicer comprend neuf espèces annuelles réparties en deux groupes:

- ✓ Groupe I**:** *C. echinospernum L. C. reticulatum L.* et l'espèce sauvage pérenne *C.anatolicum L.*
- ✓ Groupe II: C*. bijugum, C. judaicum et C. pinnatifidum*. Les genres annuels sauvages les plus éloignés de Cicer arietinum L. sont *C. yamashitae, C. chorassanicum et C. cuneatum.*

Les espèces sauvages de *Cicer* les plus étroitement apparentées à *Cicer arietinum* sont les annuelles *Cicer reticulatum* Ladiz. et *Cicer echinospermum* P.H.Davis. *Cicer reticulatum*, espèce rare originaire de Turquie, est parfois considérée comme une sous-espèce de *Cicer arietinum* ; sur les plans morphologique, biochimique et caryologique, il est très semblable et s'hybride sans problème avec lui. On a également produit des hybrides fertiles par croisement entre pois chiche et *Cicer echinospermum*, malgré l'existence de barrières de fertilité. Les autres espèces apparentées sont *Cicer bijugum* Rech.f., *Cicer chorassanicum* (Bunge) Popov, *Cicer cuneatum* Hochst. ex A.Rich., *Cicer judaicum* Boiss., *Cicer pinnatifidum* Jaub. & Spach, *Cicer yamashitae* Kitam. (Toutes des annuelles) et *Cicer anatolicum* Alef. (Une vivace), et certaines d'entre elles ont servi en croisement avec le pois chiche cultivé. (Ahmad., 1999).

VIII.1.2 Taille du génome :

Le pois chiche est une espèce annuelle, autogame, avec un taux d'allogamie de 2 % diploïde (2n=2x=16) avec une taille du génome de 750 MPb.

a. Séquençage du génome de pois chiche :

Une équipe internationale de chercheurs agronomes d'Asie, Europe, Australie et Amérique du Nord, menée par l'Institut International de Recherche sur les Cultures des Tropiques Semi-arides (ICRISAT) a annoncé ce 27 Janvier 2013 dans le journal Nature Biotechnology le décodage du génome du pois chiche, une légumineuse très importante pour la nutrition des plus pauvres en Asie du Sud et région Méditerranéenne.C'est la troisième légumineuse après le soja, puis le pois cajan en 2011 par ICRISAT et ses partenaires à avoir son génome décodé.

Grâce à ce séquençage du génome, les chercheurs ont identifié 28.269 gènes qui font le pois chiche. En analysant le génome de 90 variétés (modernes, locales et homologues sauvages), des gènes candidats ont été identifiés pour la résistance aux maladies principales, la tolérance à la sécheresse et aux fortes chaleurs et une forte précocité. Ces données génétiques vont aider les agronomes à développer des variétés plus résilientes pour s'adapter à des climats plus chauds et plus secs. Le pois chiche est aussi une culture intéressante pour promouvoir une agriculture durable. Une légumineuse avec un système racinaire dense et pivotant profond, le pois chiche peut supporter des épisodes de sécheresse en extrayant l'eau dans les couches profondes du sol. Il est souvent cultivé en seconde culture pour profiter de l'humidité résiduelle, par exemple après récolte du riz.

Pourtant, malgré ces qualités indéniables, le pois chiche est loin de son potentiel. Le rendement moyen est autour de 800 kg par hectare quand en conditions optimales on peut atteindre 2 tonnes/hectare. (ICRISAT .2013)**.**

b. Organisation du génome et évolution **:**

Approximativement la moitié (49.41%) du génome du pois chiche est composée d'éléments transposables et des répétitions non classifiées, ce qui est comparable a autre légumes

séquencées génétiquement. *M. truncatula* (30.5%) (**Young.,** *et al*. 2011) ;pigeonpea (*C. cajan*, 51.6%) (**Varshney,et** *al*., 2012). Et soybean (59%) (**Schmutz, J.** *et al*., 2010).des répétitions terminales longues (Long-terminal repeat (LTR)) les retro transposon sont les éléments transposant les plus abondant et couvrent plus de 45% de la totalité du génome de pois chiche.

VIII.1.3 Utilité des flux de gènes pour l'amélioration des plantes cultivée:

Le flux de gènes fait allusion aux mouvements de gènes entre des populations de plantes apparentées taxonomiquement, ou l'introduction de gènes d'apparentées au pool de gènes receveur de la plante. Un tel flux de gène peut être induit par l'homme (comme la culture des plantes) ou peut avoir lieu spontanément entre plantes cultivées et plantes sauvages apparentées. Ce dernier phénomène n'a pas été bien clarifié. En utilisant la classification de Harlan et DeWet (1971), il est évident que le flux de gènes peut avoir lieu a différent niveau taxonomiques-intraspécifique, interspécifique et inter génériques. L'ampleur du flux de gène spontané est gouverné par plusieurs facteurs tel que le système des cultures adopté, la distribution des pantes cultivées et leurs apparentés sauvages, le mode de pollinisation et de dispersion, la conception de la plante, la distance entre plantes, la longévité et la taille de la population (Levin and Kerster., 1974; Klinger et al., 1992; Hamrick et al., 1995). Plus la capacité du flux de gène est limitée plus la différenciation génétique entre population est prédit à augmenter. A cause de quelques barrières, l'espèce sauvage apparentée à plusieurs plantes cultivées (par exemple pois chiche, millet..) sont enfin organisés en sections basés sur leur nombre chromosomique, la morphologie et le pouvoir de croisement avec le cultigène (cultivar). (Wright., 1965).

Pour le moment il y'a deux possibilités de croisement au niveau du genre cicer qui comporte le pois chiche cultivé (*cicer arietinum*) ; pour les 40 espèces du genre cicer, seulement *C. reticulatum et C. echinospermum* peuvent être croisé avec le pois chiche cultivé (Singh and Ocampo., 1997). (Muehlbauer *et al.,* 1994)

VIII.1.4 Impact de la culture sur la diversité génétique :

Durant la culture, les traits phénotypiques et agronomiques les plus importants chez le pois chiches ont été sélectionnés dans le but de développer des variétés de qualité supérieure avec une meilleure productivité des cultures. En conséquence, la diversité génétique a été perdue à travers la fixation et balayages génétiques. (**Beaumont et Nichols.,** 1996).

VIII.2 Ressources génétiques:

L'ICRISAT (de Patancheru, en Inde) possède une collection d'environ 17 000 entrées de pois chiche, dont un échantillon représentatif ("*core* collection") de 1956 entrées a été formé.

D'autres grandes collections sont conservées par l'ICARDA (à Alep, en Syrie, environ 10 000 entrées), en Australie (Australian Temperate Field Crops Collection de Horsham, 7700 entrées) et aux Etats-Unis (USDA-ARS Western Regional Plant Introduction Station de Pullman, Washington, 4400 entrées).

VIII.3 Quelque outil pour l'amélioration génétique du pois chiche :

Le programme d'amélioration des pois chiches a été focalisé sur la recherche des potentialités génétiques de la plante par la réalisation des combinaisons génétiques qui offrent les possibilités de résister au stress biotiques et abiotiques. En particulier la plante est très sensible aux maladies cryptogamiques (fusariose, flétrissements et l'anthracnose).

VIII.3.1 Polymorphisme de la plante :

Le polymorphisme génétique d'une population représente la réserve de variabilité nécessaire qui permet à la population de s'adapter à de nouvelles conditions du milieu. La variabilité génétique reste, donc, le garant de la colonisation d'habitats marginaux par les espèces polymorphes. L'un des facteurs du maintien du polymorphisme des populations réside dans l'effet de l'hétérosis qui peut être définie comme l'avantage déterminé par l'état hétérogène de nombreux loci. On parle de superdominance ou overdominance lorsque l'effet hétérosis est produit par l'état hétérozygote d'un seul locus. (Rognon et Verrier., 2005).

Comme étape initiative vers l'élargissement de la diversité génétique du pois chiche et afin d'accomplir des meilleurs rendements, des avancées ont eu lieu concernant la compréhension des structures de la variation génétique naturelle qui existent au sein et entre les différents cultivars disponibles.

VIII.3.1.1 Polymorphisme phénotypiques :

Représenté par le phénotype, qui est l'aspect observable de l'individu, Conditionné par son génotype et le milieu environnant. Le phénotype nous donne accès à la variabilité des gènes induisant des variations sur les caractères observés. Ces caractères peuvent être à déterminisme simple (gouvernés par un seul locus, voire deux, et ne sont pas influencés par le milieu), l'interprétation de la variabilité observée est alors aisée mais ne concerne que le ou les quelque(s)gène(s)responsable(s).Le passage de la variabilité observée à la variabilité génétique nécessite de prendre en compte correctement les effets du milieu. Par ailleurs, les caractères mesurés sont souvent soumis à la sélection (Rognon et Verrier., 2005).

Les variétés ou écotypes locaux ont fait l'objet de nombreuses études physiologiques et morphologiques destinées sur tout à approfondir la connaissance des mécanismes impliqués dans la tolérance au stress biotique et abiotique.

En Algérie et en 1956, l'amélioration du pois chiche a débuté, les premiers travaux consistaient à

- Dresser l'inventaire des populations locales ou introduites,
- Séparer et décrire les différentes formes rencontrées
- Faire la nomenclature des caractères de description,
- Etudier la variabilité de ces caractères, ainsi que leur corrélation et leur valeur génétique.

Il est important de signaler que le matériel de base utilisé entre (1946 à 1955) pour ces recherches d'amélioration de pois chiche était constitué de 31 variétés locales. L'auteur a signalé que les variétés cultivées sont rencontrées en mélanges plus ou moins accusé. En effet, les variétés à grains fortement colorés ne font pas l'objet de culture séparée mais sont rencontrées en proportion plus ou moins fortes. (Laumont et Chevassus., 1956)

Cependant, dans certaines régions, il a été constaté, une certaine homogénéité variétale dans les cultures due soit à une sélection naturelle ou à une sélection massale, soit à des importations périodiques de semence d'origine espagnole. Cette amélioration est surtout sensible en Oranie, principalement dans la région, de Ain Témouchent. (Zine et Louar., 2000).

A la suite de cela, il a été remarqué que les caractères variétaux les plus importants sont : le port de la plante, la couleur du feuillage, la dimension des feuilles, le nombre et la forme des folioles, la forme de la gousse et sa dimension, le nombre, la forme et la grosseur des grains, la hauteur de la tige. Ainsi, l'observation des caractères variétaux et l'amélioration par la sélection massale et généalogique ont permis en 1956 de distinguer les variétés cultivées mentionnées par Laumont et Chevassus (1956).

Tableau n°6 : caractérisation phénotypiques de six cultivars algériens de *cicer arietinum L.*

Cultivars :	Caractères descriptifs :
Sidi Bel Abbes	Variété haute à port érigé, grain lisse et beige clair, feuillage très dense, précoce
Sebdou	Port étalé à grande envergure, feuillage vert foncé, grain lisse beige marron, précoce
Rabat 9	Variété courte à port érigé, grain ridé, beige clair, tardive
Ain Temouchent	Variété courte à port érigé, feuillage vert jaune, grain ridé, beige clair, précoce
Abdellys	Port étalé, grande envergure, feuillage très dense, vert jaune, grain beige clair, ridé, précoce
Oran précoce	Port étalé, petite envergure, feuillage vert jaune, grain ridé, beige clair, précoce

Boughrarou (1992) modifié.

Boughrarou (1992) a décrit plusieurs anciennes variétés (Sebdou, Sidi Bel Abbes, Rabat9, Ain Temouchent, Abdellys et Oran précoce) dont trois seulement ont été mentionnées par Laumont (1956) (Ain Temouchent, Abdellys et Oran précoce).

Tableau n° 7 : Variétés botaniques constituant l'espèce *cicer arietinum* L. en Algérie:

Espèce :	Variétés botaniques ;	Noms communs :	Caractéristiques du grain :
Cicer arietinum	*C. arietinum* var edule	Pois chiche comestible	Gros, blanc, rosé, sphéroïde, plus ou moins ridé
	C. arietinum var globulosum	Pois chiche rond	Gros, blanc, jaunâtre, rond, sans ride
	C. arietinum var commune	Pois chiche commun	Oblong, ridé, anguleux, blanc, jaunâtre à roux foncé
	C. arietinum var dentatum	Pois chiche denté	Grain voisin du pois chiche commun mais à grain noir mat.

Laumont et Chevassus (1956).

En Algérie, En 1956, Laumont et Chevassus ont donné des indications très intéressantes sur la large gamme des pois chiches cultivé en Algérie. L'auteur qui a diverses reprises, s'est intéressé a la culture et à l'amélioration du pois chiche indique qu'on peut rencontrer en Algérie *4 variétés botaniques* à l'intérieur de l'unique espèce cultivée cicer arietinum L.

VIII.3.1.2 Polymorphisme biochimique :

Les marqueurs biochimiques (protéines) donnent accès aux effets primaires des gènes (électrophorèse). Durant ces dernières décennies, l'étude des facteurs responsables de la qualité des blés a été l'objet de plusieurs thèmes de recherche sur lesquels les chercheurs ses ont basés. Les travaux, entrepris sur la caractérisation et la connaissance biochimique et génétique des protéines de réserve, ont mis en évidence l'existence de certaines protéines favorables à la qualité.

Anthelme et al, (1978) ont établi un classement chimique des diverses variétés de pois chiche concernant les protéines et leur équilibre respectif en acide aminés (tableau N°8), tout en traitant d'autres variétés locales que Laumont (1965) n'a pas signalé. Cette étude biochimique a révélé que, du point de vue équilibre chimique de protéines tant sur le plan quantitatif que qualitatif, les variétés les plus dignes d'intérêt sont : Cumin 11, Issers 537, Ain Temouchent 161 et ATEC 10.

Par ailleurs, ont été décrit plusieurs anciennes variétés (Sebdou, Sidi Bel Abbès, Rabat 9, Aïn Témouchent, Abdellys et Oran Précoce) dont trois seulement (Aïn Témouchent, Abdellys et Oran Précoce) ont été mentionnées par Laumont (1956).

Tableau n°8 : teneur en protéine, lipides, somme des acides aminés de quelques cultivars algériens

En % de matière sèche			
Variétés :	**Teneur en protéines :**	**Teneur en lipides :**	**Somme des acides aminés :**
Cunin 11	**23.40**	4.60	58.79
Isser 537	21.80	4.80	60.19
ATEC10	21.20	5.20	56.55
Tessalah	20.40	**6.40**	-
Oran précoce	20.40	6.20	-
Misserghin	20.40	6.20	50.92
Rabat 57	20.20	5.10	-
Ain temouchent 161	18.90	6.10	52.66
Abdellys 494	18.50	5.40	-
Abdellys 493	17.10	5.30	-
Menerville	16.60	4.90	**76.19**

Anthelme *et a.l,* (1978).

Ces quelques travaux ont bien traduit la grande variabilité génétique du pois chiche existant en Algérie.

VIII.3.1.3 Polymorphisme moléculaire :

Afin de réaliser des applications génomiques structurales et fonctionnelles est d'identifier, d'isoler et de manipuler des ordres de gène pour des traits d'intérêt pour les cultures il est nécessaire d'avoir un certain nombre de ressources génomiques disponibles. Les marqueurs moléculaires de divers types (par exemple, RFLPs, AFLPs, SSRs, SNPs et DarTs) sont nécessaires pour analyser la diversité moléculaire des espèces, et pour localiser les gènes spécifiques et le QTLs dans le génome. Des marqueurs tels qu'AFLPs peuvent être développés à partir de ressources génériques disponibles commercialement, alors que les marqueurs tels que RFLPs, SSRs et SNPs exigent de l'investissement significatif pour se développer. Pour faciliter l'utilisation finale de la multiplication, les types de marqueur basés sur des techniques simples de PCR (SSRs, SNPs et DarTs) sont souhaitables. La disponibilité de chacun des types plus importants de marqueur pour chaque cultures-mandat est énumérée dans le tableau suivant. (http://test1.icrisat.org/gt-bt/Marker_Develop.htm).

Tableau n° 9: types de marqueurs moléculaires disponibles pour 6 cultures.

Culture	RFLPs	SSRs	SNPs	DArTs	ESTs	BACs	Séquences de gène
Pois chiche	+	++	-	++	++	++	+
Arachide	+	++	-	-	-	+	-
Millet mineur	+	+	-	-	-	-	-
Millet perlé	++	++	-	-	++	+	-
Pois cajan	+	+	-	+	+	-	-
Sorgho	+++	+++	+	+++	+++	+++	+++

(http://test1.icrisat.org/gt-bt/Marker_Develop.htm).

On constate que pour le pois chiche les marqueurs moléculaires disponible jusqu'à maintenant sont : RFLPs, SSRs, DArTs, ESTs, BACs.

VIII.3.1.3.1 Les marqueurs moléculaires comme outil d'aide aux programmes de sélection :

Bien que la sélection classique ait obtenu des résultats encourageants, elle ne parvient plus aujourd'hui à évoluer aussi rapidement. L'amélioration porte maintenant sur des caractères très complexes, présentant en majorité une distribution continue (ex : teneur en sucres, en alcaloïdes...).

VIII.3.1.3.1.1 Introduction aux différents types de marqueurs moléculaires

Un marqueur moléculaire est un locus génétique qui renseigne sur le génotype de l'individu (utilisation en génétique des populations) ou sur le génotype des locus voisins (utilisation en sélection assistée par marqueurs). Le principal intérêt des marqueurs moléculaires est leur insensibilité au milieu, c'est-à-dire que le génotype peut être inféré à partir du phénotype, quelles que soient les conditions environnementales.

Il existe plusieurs types de marqueurs, que l'on peut classer en fonction du polymorphisme qu'ils détectent. Certaines techniques ont l'avantage de révéler de nombreux fragments simultanément, ce sont des techniques de révélation « en masse » de polymorphisme. Il existe aussi des stratégies permettant de détecter du polymorphisme de façon individuelle. Elles nécessitent une certaine connaissance de la séquence d'ADN, comme pour la fabrication des sondes en RFLP. (Julio., 2005)

a. Marqueurs anonymes révélés en masse :

Les marqueurs révélés en masse sont très utilisés car ils permettent de découvrir de nombreux locus sans nécessiter au préalable de connaissance concernant la séquence du génome. De plus, ils sont faciles et rapides à mettre en œuvre. Outre les marqueurs AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism), les plus utilisés sont les marqueurs RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA, (Williams *et al.,* 1990). Les marqueurs RAPD sont basés sur l'amplification PCR à partir d'une amorce arbitraire, révélant ainsi du polymorphisme de séquence (Williams *et al*., 1990). L'inconvénient des marqueurs RAPD est qu'ils sont souvent difficilement reproductibles et non transférables entre espèces (Jones *et al.,*1997).

Les marqueurs RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) détectent du polymorphisme de séquence lié à l'emplacement de sites de restriction et font appel aux techniques d'hybridation de sondes (Bodstein et al., 1980).

b. Les marqueurs AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism)

Les marqueurs AFLP sont basés sur le polymorphisme de position des sites de restriction d'enzymes (Vos *et al*., 1995). La technique est détaillée en figure16. Elle combine à la fois la puissance de la RFLP avec la flexibilité des techniques basées sur la PCR, dans des conditions de haute stringence. De plus, l'utilisation de deux amorces correspondant à des adaptateurs permet d'obtenir une bonne reproductibilité (Lin et Kuo., 1996), ce qui fait d'elle une technique de choix dans la recherche de marqueurs polymorphes.

Nguyen *et al.* (2004) ont détecté 102 loci polymorphes AFLP parmi les accessions de *cicer pinatifidium*, avec un total de diversité de gène h=0.126, tandis que seulement 20 loci polymorphique AFLP étaient détectés parmi les accessions de *cicer arietinum* avec (h=0.036).

Singh et al. (1994) ont reporté que plusieurs espèces de cicer contiennent des sources de résistance contre divers pathogènes, en particulier, les accessions de espèces annuelles sauvages *C. pinnatifidium, C. judaicum, C. bijugum et C. echinospermum* ont montré un certain niveau de resistance contre *Ascochyta rabiei* (Singh et al., 1981; Haware et al.,1992; Stamigna et al.1998 ; Collard et al.2003;Nguyen *et al*.,2005).

En 2003 Berger *et al*. Ont trouvé que 11 accessions parmi 56 des espèces de cicer estimées contiennent un niveau modéré a élevé de résistance contre un isolat australien agressif *de A. rabiei.* Les espèces intéressantes sont; *C. pinnatifidum* accessions (ATC 48694, ATC 46901, ATC 46960), *C. echinospermum* accession (ATC42328) et *C. judaicum* accession (ATC46864) originaire de la Turquie, les autres résistants sont: *C.judaicum* accessions originaire de la Syrie (ATC 46868, ATC 46934, ATC 46935), Palestine (ATC 46892, ATC 46899) et la Jordanie (ATC46893) (Nguyen *et al*., 2005).

c. Marqueurs STMS :

Le pois chiche est une espèce annuelle, autogame, diploïde (2n=2x=16) avec une taille du génome de 750 Mpb (Hüttel *et al.,*1999), un peu moins en la comparant avec la taille génomique de la tomate qui est de 950 Mpb et qui fut bien caractérisé sur le plan génétique auparavant. Supposant la même combinaison que celle réalisé pour la tomate, un **cM** de distance génétique chez le pois chiche peut égaler 500Kpb de distance physique. Donc; 70 à 100 marqueurs moléculaires bien répartis sur le génome peuvent suffire pour la détection de locus particulier dans le génome du pois chiche.

Le développement majeur des cartes génétique pour le genre cicer a concerné la caractérisation des séquences des paires d'amorces (sequence tagged microsatellitesite (STMS)), qui ont prouvés l'existence d'un certain polymorphisme chez le pois chiche dans un niveau intraspécifique (Hüttel *et al*., 1999; Winter *et a*l.,1999). Les marqueurs générés par la STMS sont particulièrement convenables pour l'analyse génétique.

En dépit d'être hautement polymorphique, les marqueurs STMS sont basés sur la PCR, représentent un seul locus, généralement codominant, peut utiliser des isotopes non radioactifs de détection et offrent la possibilité d'application chez les plantes cultivées. (Mansfield *et al.,*1994).

174 STMS loci sont caractérisés a partir du génome du pois chiche et ont prouvés le fait d'être polymorphiques dans un niveau intraspécifique (Hüttel et al.1999;Winter et al.1999).

Winter et al. (2000) ont démontré la convenance des marqueurs STMS chez le pois chiche afin de réaliser des cartes génétiques pour les populations de *C.arietinum C.reticulatum.*

VIII.4 Améliorations génétique :

L'amélioration génétique du pois chiche vise à obtenir des rendements plus élevés et une meilleure résistance aux maladies, aux insectes et aux autres stress tels que la sécheresse, l'asphyxie racinaire et le froid. Des sources de résistance ou de tolérance ont été identifiées pour les maladies (dont l'ascochytose, la fusariose et la pourriture sèche des racines), les insectes ravageurs (dont le foreur des gousses) et les facteurs de stress abiotiques (tels que le froid et la sécheresse).

les caractéristiques qualitatives comme le poids de la semence, le volume et la capacité d'hydratation (avant et après trempage), la capacité d'enflure (avant et après trempage), l'entreposage, la qualité gustative et la digestibilité après cuisson ont tout reçu une grande importance dans les mesures d'amélioration des pois chiches.; il y'a aussi une grande considération concernant la valeur nutritive par l'améliorations des plus importants déterminants de qualité chez le pois chiche comme les stérols, flavonoïdes . (Sharma *et al.,* 2004).

Dans la sélection du pois chiche, on a recours aux techniques conventionnelles pour les plantes autogames. La mutagenèse a été mise en œuvre pour créer une nouvelle variabilité, par exemple pour la résistance à l'ascochytose. (Abbo *et al*., 2003).

récemment l'exploitation de la variabilité génétique a viré vers l'inclusion des gènes des espèces proche de *cicer arietinum* (Sharma *et al.,* 2005 b).et l'insertion via la modification génétique (GM) pour différents gènes (Sarmah *et al*., 2004.

Les deux approches citées ont été utilisés en conjonction avec des approches moléculaires non-GM comme la SAM sélection assistée par marqueurs (Sharma *et al.,* 2004), test d'hybridation (Winter *et al*.,1999), cartographie moléculaire la sélection background et l'identification des gènes.

Travaux réalisés en amélioration génétique : Le pois chiche cultivé (Cicer arietinum L.) est une espèce annuelle. Cubero (1975) a identifié 2 groupes basés sur la taille des graines (Macrocarpa et Microcarpa) dans le sous-continent indien et au niveau de l'ICRISAT. Les Macrocarpa (grosses graines) sont rattachées au type Kabuli et Microcarpa (petites graines) au type DesI, kabuli et Desi ont un intérêt immédiat pour l 'amélioration génétique de l 'espèce (Auckland et Van Der Maesen 1980, Saxena 1984).

Des espèces sauvages de *Cicer* ont été employées dans des programmes d'hybridation interspécifique, mais les espèces vivaces n'ont guère été utilisées dans l'amélioration du pois

chiche. Les techniques de croisement du pois chiche sont fastidieuses. Dans le système GCRAI, ce sont l'ICARDA et l'ICRISAT qui contribuent à l'amélioration du pois chiche. Les seuls programmes nationaux importants concernant le pois chiche dans la région subsaharienne sont ceux menés par l'Ethiopie et le Soudan, qui ont fait beaucoup de progrès dans la mise au point de cultivars à haut rendement et résistants aux maladies, destinés à une production commerciale. En Ethiopie, 10 cultivars (5 du type Kabuli et 5 du type Desi) ont été mis sur le marché, et plus de 7 cultivars ont été promus par la vulgarisation pour leur multiplication. Le Kenya a mis sur le marché un seul cultivar, issu de ressources génétiques venant de l'ICRISAT. (Bejiga *et al.,* 1996) .

Plusieurs caractéristiques sont a mis en considération pour des projets d'amélioration génétique du pois chiche ; par exemple le rendement qui est basé entièrement sur la sélection de traits quantitatives tandis la résistance à l'anthracnose est apparue contrôlée par les deux facteurs qualitatifs et quantitatives. Environ 50% des pertes de rendement sont causés par les stress biotiques et abiotiques. Un programme de sélection pour le pois chiche a été adopté par l'ICRISAT et ICARDA. Pour coordonner la recherche et éviter la duplication, les conditions agro-écologiques ont largement été prises en considération pour déterminer la tache de chaque institut. De ce fait, l'ICRISAT a la responsabilité du type Desi et ICARDA du Kabuli.

La réduction des rendements dus au stress biotiques sont nombreux. Plus de 50 pathogènes ont été attribues a cette plante .Les maladies économiquernent importantes sont : *Ascochyta rabiei, Fusarium oxysporum f. sp. Ciceris F, Rhizoctonia bataticola, Botrytis cinerea*, *rhizoctonia solani*, *Fusarium solani, Sclerotium rolfsii*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *alternaria alternata*, et le rabougrissement du au virus d'enroulement des feuilles du petit pois (REDDY, et NENE 1987). Parmi ces espèces *A.rabiei, F. oxysporum, R. bataticola, B cinera* et le rabougrissernent sont les facteurs limitatifs de rendement les plus importants.

Des sources de résistance ont été déjà identifiés et le criblage pour la résistance aux maladies continue a l'ICRISAT et aussi à l'ICARDA en Syrie. Par exemple ; A l'ICRISAT, plus de 800 croisements ont été réalisés sur plusieurs lignées résistantes et sont en essai d'évaluation de rendement. La résistance au *F. oxysporum f. sp. Ceceris* a été transféré de Desi à Kabuli. (Reddy, et Nene., 1987).

Partie Expérimentale

I. Situation géographique de la zone d'étude :

Située à l'extrême Nord-Ouest du pays et frontalière avec le Maroc avec une Latitude Nord variant entre 34°et 35° 40'et les longitudes Ouest 0 °30' et 2° 30 '. La wilaya de Tlemcen longe cette frontière, de Marsa Ben M'hidi à El Bouihi sur 170 km. Elle est limitée, au nord, par la mer Méditerranée, à l'est par la wilaya de Sidi Bel Abbès, au sud par la wilaya de Naâma et au Nord-ouest par la wilaya d'Ain Témouchent.

En s'étendant sur une superficie de 9017,69 Km² (soit 4% de la superficie globale du Territoire nationale). Avec une population de 979745 habitants, regroupant 20 Daïra et 53 communes. La superficie consacrée à l'agriculture est de 352900 ha (soit 39%).

II. Relief, topographie et hydrographie :

Le relief de Tlemcen est diversifié, la situation géographique de la région s'étendant du littoral (nord) jusqu'à la steppe (sud) constitue un paysage très hétérogène où l'on rencontre quatre ensembles physiques distincts.

- **a.** *La chaine côtière* : on retrouve les monts de Sbaâ Chioukh à l'est orienté vers la limite des monts de Traras à l'Ouest ainsi que le haut piémont de Sidi Abdelli. La caractéristique essentielle de cette zone est qu'elle est très sensible à l'érosion, ce phénomène est attribué à la nature calcaire et friable de sa lithologie. Monts des Traras : c'est une chaine tellienne de moyenne altitude culminant 1081m. Ils occupent pratiquement tout le nord de Tlemcen. A noter que ce territoire est très accidenté dans la mesure où 73% des terrains ont une pente supérieure à 25%.
- **b.** *Le Bassin de Tlemcen* : constitué d'ensemble de plaine et de plateau orienté d'ouest en est. Formé par les plaines de Maghnia, de Hennaya et les collines de Sidi Abdelli. Les potentialités agricoles de la wilaya de Tlemcen sont en majorité représentées par ce territoire.
- **c.** *Les Monts de Tlemcen* : ils constituent la bordure Nord des hautes plaines steppique. C'est une région de montagne entrecoupée par de hautes vallées irriguée essentiellement par les oueds Tafna, Isser et Khemis.
- **d.** *La zone steppique* : localisé à la frontière sud de la wilaya, elle rattaché géographiquement aux plaines steppique, ce sont des terre à vocation pastoral.

Les cours d'eau dans notre région sont caractérisés par l'irrégularité de l'écoulement et par des manifestations hydrologiques brutales. Le déficit hydrique d'été détermine un régime d'écoulement temporaire pour un grand nombre de petits cours d'eau (Kazi Tani, 1995 in Bellatreche., 2011).

- Grands flux d'eau :

Oueds et les bassins versants :
Les principaux bassins versants qui existent dans la wilaya de Tlemcen sont en nombre de huit dont le plus important est ce de Tafna (Abbas, 2006 *in* Bellatreche., 2011).

Les principaux oueds sont :

- Oued Khémis : où sa longueur est de 117 Km, draine une vallée dans les monts de Tlemcen et rejoint la Tafna au niveau de barrage de Beni Bahdel.
- Oued Isser : de140 Km, son débit moyen annuel est de l'ordre de 3,67 m^3 /S. ses deux principaux affluents oued Sekkak et oued Chouly.
- Oued Mouillah : présente une superficie du sous bassin de 1680 Km2 (Abbas., 2006 in Bellatreche., 2011).

Sources :

Nappes d'eau : selon les données hydrologiques à travers la wilaya de Tlemcen ; quatre nappes au niveau régionale sont identifiées dont la plus importante est localisée dans les monts de Tlemcen et s'appelle« château d'eau de l'ouest».

Ainsi un ensemble des nappes alluviales se situe le long des cours d'eau comme : Nappe de Maghnia et de Hennaya (Collignon, 1986 in Bellatreche., 2011)).

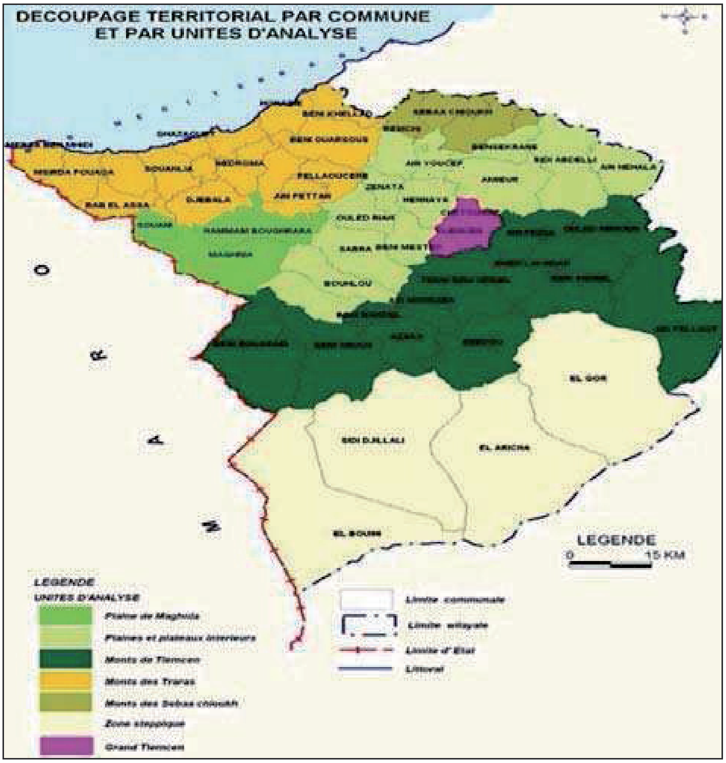


Figure n° 11 : Carte des ensembles physiques de la wilaya de Tlemcen (ANAT.2010).

III. Propriétés climatiques et bioclimatiques :

Le climat par ses différents paramètres constitue un facteur important dans la répartition des espèces végétales ainsi que sur la formation et l'évolution des sols. Mohammedi (2004) signale que le climat de l'Oranie – particulièrement la région de Tlemcen s'avère, partout, méditerranéen (précipitation de courte durée avec un premier maximum en automne ou au début de l'hiver et un deuxième au printemps et, surtout, par une sécheresse estivale). L'orographie générale de la région parait conditionner le climat ; la position latitudinal, relativement basse, interviendrais aussi à un degré moindre.

La particularité climatique de la région de Tlemcen est qu'elle est sous l'influence de la mer méditerranée au nord et des hauts plateaux au sud. Le climat, en allant du nord vers le sud, est caractérisé par une zone côtière beaucoup plus humide, tant par la pluie que les rosées matinales. Le relief côtier forme une barrière à l'humidité maritime de façon qu'entre les collines du nord et l'amorce des monts de Tlemcen, la région est caractérisée par un climat semi-aride.

Les études climatiques se sont souvent basées sur des observations météorologiques relativement étalées dans le temps. Cet élément physique du milieu peut être décrit avec de nombreux paramètres. En général, on se contente de la température et des précipitations, celles-ci sont considéré comme étant la charnière des climats, elles sont en fonction de l'altitude, de l'orientation des chaines de montagne et donc de l'exposition La wilaya demeure une région exposée à l'aridité, de par cette situation géographique, comme le reste de l'Oranie, une aridité sensiblement aggravée au cours des deux dernières décennies. C'est en quelque sorte le prolongement vers l'Est des aspects semi désertiques de la basse Moulouya au Maroc. (Dajoz, 1985 in Adjim., 2011).

III.1 Précipitation:

L'observation et l'interprétation des données climatiques présentées par HASSANI (2003 *in* Adjim., 2011) montrent que les précipitations sont très irrégulières et inégalement reparties durant les mois de l'année. Les précipitations moyennes mensuelles de la période retenue (1982-2002) montrent que les mois de janvier, février et mars sont les mois les plus pluvieux (respectivement 39,39mm ; 44,08 mm ; 42,50 mm). Alors que juin, juillet et août sont les plus secs (respectivement 3,49mm ; 1,32 mm et 4,37mm).

III.2 Température :

Quant aux températures, les moyennes les plus élevées marquent les mois les plus chauds qui sont juillet, août et septembre (respectivement : 26,03 ; 26,37 et 24,06°C). Pour les moyennes des températures basses, elle est enregistrée pendant le mois de janvier (2°C).

III.3 Synthèse climatique :

Une représentation synthétique du climat est souvent traduite par l'élaboration du climagramme d'Emberger et du diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen.

Les quotients pluviométriques calculés positionnent les zones de prélèvement comme le montre la figure suivante (fig..3): Q2 est calculé de la manière suivante :

$$Q2=2000P/ (M+m) (M-m)$$

Q2 : Quotient pluviométrique d'Emberger;

P : Pluviométrie annuelle en (mm) ;

M: Moyenne des maxima du mois le plus chaud en (°C) ;

m : Moyenne des minima du mois le plus froid en (°C).

L'établissement du diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen permet de dégager la durée de la période sèche en s'appuyant sur la composition des moyennes mensuelles des températures en °C avec celles des précipitations en (mm), en admettant que le mois est sec lorsque P est inferieur ou égale à 2T (échelle : P=2T).

Sont portées en abscisse les mois de l'année et en ordonnée les précipitations d'un coté et les températures de l'autre coté. Le diagramme réalisé montre que la période sèche s'étale de la fin avril au début du mois d'octobre (fign°12).

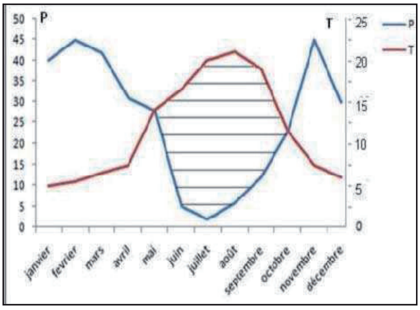


Figure n°12 Diagramme ombrothermique de Bagnoles et Gaussen (1982-2002).

IV. Substrat géologique :

La région de Tlemcen est localisée à l'ouest des deux domaines géologiques : les hautes plaines et L'atlas Tellienne. Les études géologiques montrent que cette région comprend quatre grands types de terrains (Bouali, 1990 *in* Adjim., 2011).

- Un ensemble pliocène continental dans la région de Sebdou.
- Une formation jurassique carbonatée au niveau des monts de Tlemcen.
- Un ensemble de terrains meubles, marneux, argileux et limoneux occupant la plaine de Tafna – Maghnia.
- Un facies carbonaté, volcanique et métamorphique dans les monts de Traras.

La géologie et la lithologie constituent une donnée importante pour la connaissance et l'étude du milieu. La wilaya de Tlemcen présente une grande diversité de formes de terrains liées à la nature des roches d'où la diversité des sols.

Géologiquement, cette zone est surtout formée à base de roches calcaire présentes sous différentes formes (calcaire cristallin, travertin, dolomie, calcaire marneux ou de croûte) (Gaouar, 1980 *in* Adjim., 2011).

V. Cadre pédologique :

Les résultats des études pédologiques dans différentes régions de Tlemcen montrent que la plupart des sols sont caractérisés par un horizon de surface à texture équilibrée, poreux et riche en matière organique. Le taux d'humus est relativement satisfaisant.

La région méditerranéenne de la wilaya de Tlemcen caractérisée par des sols dits « fertialitiques» et ceux dits marron en relation avec la nature de couvert végétal (Duchauffour, 1977 *in* Adjim., 2011).

Dans l'ensemble, la wilaya de Tlemcen se caractérise en général par des sols fertialitiques rouges et bruns et des sols calcaires (Kaid Slimane, 2000).

Dans les monts de Tlemcen, les fersialitiques développés sur substrats gréseux et dolomitique prédominent ; ils sont interrompus par endroit par des sols calcaires dérivés de substrats calcaires ou marneux (Gaouar, 1980 *in* Adjim., 2011).

V.1 Valeur agro pédologique des sols

La détermination de la valeur agro-pédologique des sols à travers la wilaya de Tlemcen a été approchée par de nombreuses études .La synthèse des résultats obtenus par ces études fait ressortir une gamme assez variée des différentes potentialités en sol agricole (A.N.A.T, 2010 *in* Bellatreche., 2011).

A. Hautes potentialités agricoles : Ce sont des sols formés par des dépôts alluvionnaires à texture fine (limon, argile, sable…) localisées au niveau des vallées et les plaines de remplissage plio-quaternaire (Hennaya, Ouled Mimoun, Ain Tellout…).Ce sont généralement des sols profonds avec un taux de matière organique assez élevé. Ces zones s'adaptent à toute culture en sec ou en irrigué. Les vallées du littoral sont favorables aux cultures des primeurs et divers arbres fruitiers
B. Moyennes potentialités agricoles : Ce sont des sols marneux, à texture lourde et de faible infiltration. Ils sont instables aux environs de Bab El Assa, Bordj Arima et Sebaa Chioukh,et sur les piedmonts des plateaux de Sidi Abdelli, Ouled Mimoun, Bensekrane et Amieur.

La nature pédologique des sols favorise l'érosion rapide des terres en pente accentuée par la brutalité et l'intensité des précipitations, menaçant ainsi la fertilité des terres. Ils sont aptes à la céréaliculture et légumes secs en complantation avec des oliviers sur les terres de faible pente (0 – 3%).

C. Faibles potentialités agricoles : Cette catégorie regroupe les sols durs caillouteux de faible profondeur, localisés sur les plateaux de Zenata, Ouled Riah, Sidi Medjahed et les monts de Fillaoucène, Tadjra et les terres sur forte pente affectées par l'érosion. Ces terres exposées à l'érosion doivent être conservées par des traitements anti- érosifs, en remplaçant les superficies céréalières par des plantations fruitières. Les sols rocailleux s'adaptent parfaitement aux reboisements. Ils sont d'autre part recommandés pour l'élevage hors sol et constructions à caractère agricole.

VI. Aperçu sur la situation agricole actuelle de la wilaya de Tlemcen :

La S.A.U de la wilaya de Tlemcen représente 22,4% de la superficie agricole de la Région, et la place ainsi au premier rang (ANAT., 2010).

La S.A.U est de l'ordre de 352790 ha, soit 63% de Superficie agricole totale (S.A.T). Le système de culture dominant est l'association céréales-jachère qui représente 75% de la S.A.U, soit environ une superficie de 118000 ha. Les cultures Fourragères et les légumes secs qui restent dans l'association avec les céréales, représentent 4,5% et 3% de la S.A.U.D'autre part, les cultures riches (arboriculture fruitière, vignobles, maraichage) ne représentent que 63806 ha, soit 18% de la S.A.U. Les cultures maraichères occupent une superficie de 19123 ha soit 5,4% de la S.A.U.

Les cultures pérennes occupent une superficie de 44683 ha, soit 12,66% de la S.A.U, 28% de cette superficie est occupée par des espèces rustiques (DSA., 2010). Ces cultures sont localisées au niveau des périmètres et aires d'irrigation de Maghnia, Hennaya et dans les vallées des oueds Tafna, Isser, Chouly, Sikkak, Boukiou et Beni Snous. (Bellatreche., 2011).

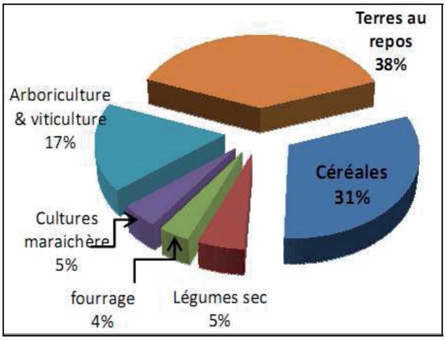


Figure n°13 : Division de la SAU par type de culture au niveau de la région de Tlemcen (DSA. 2010) (*in* Adjim.2011).

L'occupation actuelle du sol demeure fortement dominée par un système de culture céréale - jachère mené généralement en extensif et qui occupait plus de 80% de la SAU. Les légumes secs n'occupent que 5% de la SAU.

VII. Situation de la culture du pois chiche au niveau de la wilaya de Tlemcen :

La culture des pois chiches au niveau de la wilaya de Tlemcen est essentiellement pluviale. Suivie selon un mode extensif surtout dans les petites exploitations privées.

Tableau n°10 : superficies et production des différents légumes secs au niveau de la wilaya de Tlemcen (DSA. 2012

Fève ou fèverole		Pois secs		Lentilles	
Superficie (Ha)	Production (Qx)	Superficie (Ha)	Production (Qx)	Superficie (Ha)	Production (Qx)
4410	**41850**	**3500**	**29350**	**24**	**72**
Pois chiches		**Haricots secs**		**Total**	
Superficie (Ha)	Production (Qx)	Superficie (Ha)	Production (Qx)	Superficie (Ha)	Production (Qx)
5620	**39100**	**300**	**1430**	**13854**	**111802**

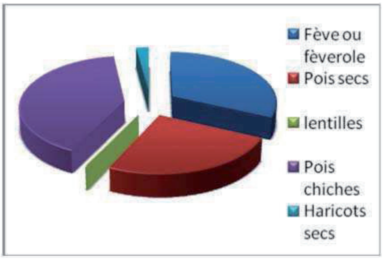


Figure n°14 : Superficie consacré à la culture des légumineuses alimentaires au niveau de la wilaya de Tlemcen (DSA.2012).

La superficie consacrée à la culture des légumes secs est de 13854 Ha avec une production de 111802 Qx, le pois chiche occupe la partie la plus importante avec une superficie de 5620 Ha soit 41% du total. Ensuite vient la fève avec une superficie de 4410Ha soit 31,83%, et les pois secs avec 3500 Ha soit une contribution de 25,26%.

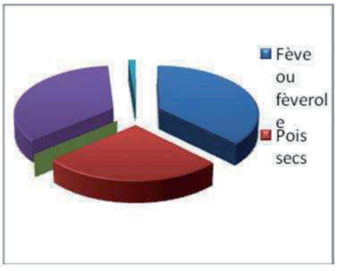


Figure n°15 : production des légumineuses alimentaires au niveau de la wilaya de Tlemcen (DSA, 2012)

Selon les données du tableau n°10 la production des légumes secs est de 111802Qx, la production des pois chiches est de 39100 Qx.

Tableau n°11 : production et superficies consacrées au pois chiche par commune au niveau de la wilaya de Tlemcen ; compagne : 2011-2012 (DSA. .2012)

COMMUNE OU DAIRA	***SECTEUR***	***POIS CHICHE***	
		***SUPERFICIE* (Ha)**	***PRODUCTION* (Qx)**
B/MESTER	SP	40	320
TERNY-B.H	SP	15	120
A/GHORABA	SP	10	80
CHETOUANE	**FP**	39	310
	SP	38	456
AMIEUR	SP	500	4000
A/FEZZA	SP	60	480
O/MIMOUN	SP	20	300
B/SMEIL	SP	150	10
A/TELLOUT	SP	80	640
A/NEHALA	**FP**	0	0
	SP	120	960
BENSAKRANE	SP	300	2400
S/ ABDELLI	**FP**	0	0
	SP	350	2800
HENNAYA	SP	85	680
ZENATA	SP	85	680
O/RIAH	SP	300	2400
REMCHI	**FP**	0	0
	SP	250	100
A/YOUCEF	SP	400	1600
B/OUARSOUS	SP	450	1800
EL-FEHOUL	**FP**	10	10
	SP	540	4320
S/ CHIOUKH	SP	300	1200
HONAINE	SP	10	40

B/KHELLAD	SP	300	2400
FILLAOUCENE	SP	500	4000
A/FETTAH	SP	120	720
A/KEBIRA	SP	20	160
NEDROMA	SP	30	240
DJEBALA	SP	25	200
GHAZAOUT	SP	80	640
SOUAHLIA	SP	100	800
TIENT	SP	80	560
D/YAGHMOURACEN	SP	40	240
B/ASSA	SP	15	120
SOUANI	SP	17	101
S/TLETA	SP	4	32
M. /B. M4HIDI	SP	10	80
M'SIRDA FOUAGQ	SP	15	120
H/ BOUGHRARA	SP	100	600
B/ BOUSSAID	SP	5	40
S. /MEDJAHED	SP	10	80
SABRA	**FP**	30	270
	SP	90	810
BOUHLOU	SP	6	54
SEBDOU	**FP**	0	0
	SP	5	15
B. /SENOUS	SP	4	48
AZAIL	SP	2	24
TOTAL WILAYA	**FP**	**79**	**590**
	SP	**5541**	**38510**
TOTAL GENERAL		**5620**	**39100**

SP: Secteur privé ; FP : Ferme pilote. DSA. .2012

La culture des pois chiches à travers la wilaya de Tlemcen est partagée entre le secteur privé, au niveau duquel les variétés cultivées sont locales ou introduites et le secteur étatique dont

les variétés sont le plus souvent importées. On constate que cette culture est pratiquée le plus par les agriculteurs privés (sur **5541Qx** et une production totale de **38510 Qx**) que par les organismes publics (**79Qx** et une production de **590 Qx**) (Tab n°11).

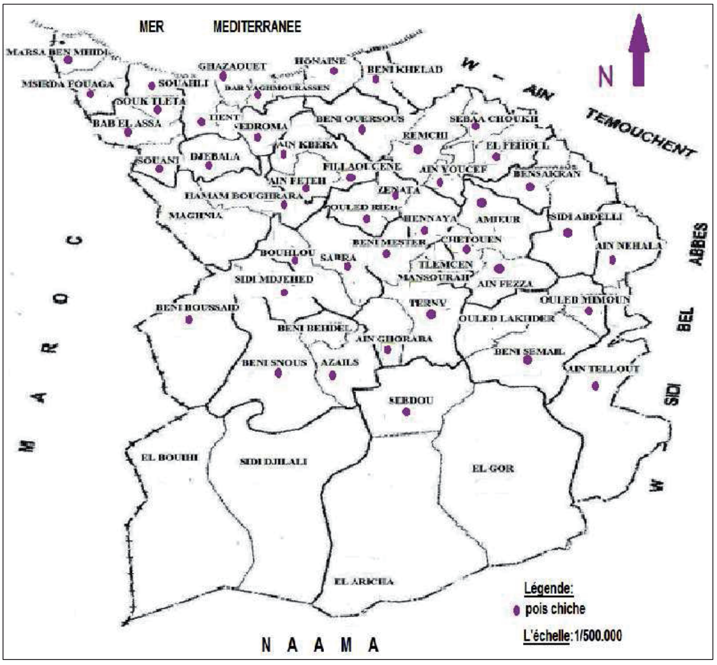


Figure n°16 : Carte de répartition géographique de la culture des pois chiche à travers la wilaya de Tlemcen (2012-2013).

La culture des pois chiches est assez pratiquée au niveau de la wilaya de Tlemcen, le pois chiche est cultivé à travers 44 communes différentes.

I. Objectifs du travail :

L'objectif global de cette étude vise à caractériser sur le plan agro-morphologique les cultivars de pois chiches « *cicer arietinum* » locales et introduits au niveau de la wilaya de Tlemcen.

Plus explicitement les Objectifs à atteindre sont :

- ✓ L'identification du matériel végétal local et introduit (par la prospection et la collecte) et l'évaluation des propriétés du sol.
- ✓ La connaissance de ses potentialités agronomiques (comportement phytotechnique de divers variétés, rendement et productivité).
- ✓ Une approche révélatrice de la variabilité génétique existante des variétés par l'étude biométrique (caractères quantitatives).
- ✓ Une contribution à l'établissement de l'interaction plante-environnement (adaptation du végétal a l'environnement inféodé).

Afin d'atteindre les objectifs précités auparavant, nous avons adopté dans la partie expérimentale deux volets : le premier volet concerne des analyses pédologiques des échantillons des sols prélevés, tandis que le deuxième concerne le matériel végétal (le pois chiche) au sein duquel des mesures biométriques seront réalisés.

II. Stations d'études

Les stations d'études visitées sont pour la plus part des exploitations agricoles à titre privées sauf une qui est étatique (l'EURL Hamadouche au niveau du safsaf daïra de Chetouane). L'ensemble de ces stations appartient à des étages bioclimatiques semi aride.

Tableau n°12 : stations d'études à travers la wilaya de Tlemcen

Station :	Commune :	Daïra :	Variété :	Provenance :	Rendement Qx/ha
EURL Hamadouche	Safsaf (*sidi mohammed zekhnoun*)	Chetouane	Ghab 4	ITGC Importée	G3 : 10.5 G4 : 11
Beni Ouarsous	Beni Ouarsous	Remchi	Flip 82-93	CCLS Importée	12
Beni Ouarsous	Beni Ouarsous	Remchi	Ghab 4	CCLS Importée	4.5
Sidi senoussi	Sidil Abdeli	Ben Sekrane	Garbansa	Locale	14
Sidi Abdeli	Sidil Abdeli	Ben Sekrane	Bled	Locale	16
Sidi Senoussi	Sidi Senoussi	Ben Sekrane	Bled	Locale	20
Sidi Abdeli	Sidil Abdeli	Ben Sekrane	Garbansa	Locale	24
Sidi Abdeli	Sidi Senoussi	Ben Sekrane	Garbansa	Locale	16

II.1 Critère du choix :

Les critères de choix des stations expérimentales ont été basés sur :

- L'importance de la production des pois chiches dans la région.
- La recherche de la disponibilité de diverse variétés et surtout la recherche des variétés locales dans les petites exploitations vivrières.
- Accessibilité au terrain et possibilité des aides de la délégation agricole.

II.2 programme des sorties :

Au total, nous avons réalisé 12 sorties sur terrain, durant 5 mois ; du mois d'avril jusqu'au mois d'Aout 2013, ces sorties ont concerné :

a. la prise des échantillons de sol de chaque station.
b. la prise des échantillons de plant complet de pois chiche à savoir 15 plants complet avec fleurs et gousses de chaque variété de chaque station.
c. la récupération des graines mures de pois chiches après récolte.

Le pois chiche est cultivé en culture pluviale et il est semé par les agriculteurs au printemps (Mars-Avril-Mai) par crainte de maladies cryptogamiques. Les variétés semées sont de l'ordre de 4 distribuées sur 8 stations ; deux variétés sont importées (Ghab 4, Flip 82-93) et deux variété locales (Bled et Garbansa).

III. Méthodes et techniques :

III.1 Méthodes et techniques pédologiques :

Le sol est une composante essentielle de la réussite d'une plantation, Plusieurs critères peuvent faire l'objet d'une analyse, le pH, la granulométrie, la quantité des éléments nutritifs présente, le point de flétrissement.

Dans notre travail, Des analyses physico-chimiques ont été faites afin de caractériser les 9 échantillons de sol récupéré à partir des 8 stations de l'étude.

III.1.1 Sur champs :

Les prélèvements des échantillons de sol ont été réalisés en se basant sur les méthodes préconisées par Clément et Françoise (2003).

Un prélèvement de 1 à 2 Kg suffit généralement. Prélever l'échantillon avec une bêche propre, bien nettoyé le fer de cette outil avant de procéder à la prise sur une face rafraîchie du profil; Pour recueillir et transporter les échantillons, on les mets dans des sachets en film plastique en polyéthylène. Les échantillons prélevés sont étiquetés avec soin, une petite fiche pliée avec les marques d'identification est mise à l'intérieur du sachet. Il peut être utile d'indiquer la date du prélèvement.

III.1.2 Au laboratoire :

Avant de procéder aux différentes analyses physico-chimique du sol au niveau du laboratoire les échantillons de sol ont subit les opérations suivantes :

- Etalage sur papier journal et séchage à l'air (4 à 8 jours);
- Isolement des particules grossières et charge caillouteuse ;
- Emiettement à la main puis étalage du prélèvement dans un bac non métallique, dans un lieu aéré ;
- Tamisage à 2mm (Préparation de la terre fine ≤ 2mm qui servira ensuite aux Différentes déterminations analytiques) ;
- Conservation dans des sachets afin de subir les différentes analyses.

Les analyses physico-chimiques du sol ont été effectuées au niveau du laboratoire de pédologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'université Aboubekr Belkaid Tlemcen, les analyses concernent la texture, la matière organique, le calcaire total, l'acidité et la conductivité électrique.

III.1.2.1 Analyses physiques :

III.1.2.1.1 fraction grossière *:*

La fraction grossière dans un sol correspond à tout fragment dont le diamètre est supérieur à 2 mm. Selon l'échelle AFNORx31-003 1998 (BAIZE, 2000). On peut évaluer la charge en volume des 40 premiers centimètres des sols, exprimée selon une échelle:

Tableau n°13 : échelle de l'interprétation de la charge en fraction grossière

Fraction grossière %	Charge :
Moins de 5	Légère ou absente
5 à 10	Faible
15 à 25	Moyenne
Plus de 25	Importante

La fraction grossière dans un sol réduit sa capacité nutritive, les pierres et graviers ne font que réduire la proportion de terre fine à la disposition des racines. Quand ils sont abondants, ces éléments grossiers peuvent favoriser le drainage naturel du sol. Généralement la fraction grossière est poreuse et retient peu d'eau. (Soltner., 2000).

La présence d'une fraction grossière importante dans un sol cultivé que ça soit en surface ou en profondeur peut compromettre le développement des racines, car dans le cas des pois chiche plus le sol est profond et riche en terre fine plus la racine aura du profit afin de développer un système racinaire aussi bien répartie en profondeur pouvant atteindre 1m de profondeur chez certaines variétés) qu'en largeur exploitant le maximum de surface terreuse et bénéficiant d'une nutrition hydrique et minérale suffisante. Ceci favorise un bon rendement avec du grain bien remplis.

III.1.2.1.2 La texture : (*Analyse granulométrique) :*

L'analyse granulométrique du sol (analyse mécanique) consiste à classer les éléments du sol d'après leur grosseur et à déterminer le pourcentage de chaque fraction. Une fois obtenu, on passe par un diagramme des textures ou triangles des textures afin de connaitre la texture de l'échantillon de sol.

Principe : L'analyse granulométrique implique la dissociation complète du matériau Pédologique jusqu'à l'état de particules élémentaires. Cela nécessite la suppression de l'action des ciments.

Méthodes densimétriques : Basées sur les variations d'une suspension en cours de sédimentation. La méthode la plus employée est celle de CASAGRANDE basée sur la loi de STOKES.

Différents traitements préalables servent à obtenir une bonne dispersion des particules qui préexistent dans l'échantillon étudié. Ils servent donc à désagréger complètement les agrégats, impliquant la destruction des ponts que constitue le complexe argilo - humique.

Un premier traitement assure la destruction de la matière organique par l'eau oxygénée. Ensuite, en l'absence de ciments particuliers, une longue agitation dans l'eau suffit, en présence d'un sel dispersant comme l'hexamétaphosphate de sodium. Il faut vérifier enfin qu'aucune floculation ne se produit après cette dispersion, les éléments texturaux se trouvent à l'état libre dans la solution.

Selon la loi de STOKES, plus une particule est grosse et plus elle tombe vite dans l'eau, sachant que la température de l'eau influe sur cette vitesse, donc les particules tombent selon des vitesses constantes d'autant plus grandes qu'elles sont plus grosses.

Mode opératoire : Cette analyse comprend les étapes suivantes

La Destruction de la matière organique : Peser la terre fine séchée à l'air et la placer dans une capsule en porcelaine. Pour les sols argileux, prendre 20 à 30 g, pour ceux limoneux 40 à 50 g, pour les sols sableux 70 à100 g ;

- ✓ Humidifier légèrement.
- ✓ Ajouter 50mld'eau oxygénée .
- ✓ Porter au bain marie bouillant ou sur une plaque chauffante à 85 – 90 °C.
- ✓ La réaction est d'autant plus forte qu'il ya plus de matière organique.
- ✓ Renouveler les additions d'H_2O_2 jusqu'à cessation de toute effervescence.
- ✓ Eliminer l'excès de l'eau oxygénée en chauffant encore durant deux heures.
- ✓ Vérifier l'absence d'eau oxygénée en plaçant dans un verre de montre une goutte de $KMnO_4$ à laquelle, on ajoute une goutte de solution du sol. La goutte de $KMnO_4$ doit rester rose, sinon porter à l'ébullition pendant 10 minutes .
- ✓ Laisser refroidir.

La dispersion : Transvaser le contenu du bécher dans une capsule de porcelaine ainsi que les eaux de rinçage ;

- ✓ Ajouter la solution d'hexamétaphosphate de sodium pour chaque10 g de la terre fine, 10 ml de solution, ajuster le volume total à 200 ml à peu prés.

- ✓ Faire bouillir durant une heure en agitant la suspension à l'aide d'une baguette de verre et en complétant l'eau évaporée.
- ✓ Laisser refroidir puis faire passer le contenu sur un tamis de 0,2 mm se trouvant lui-même dans une autre capsule, s'aider d'un jet de pissette, rincer bien les sables sur tamis.
- ✓ Faire passer, dans une petite capsule numérotée et tarée, le contenu du tamis.
- ✓ Décanter le liquide de cette capsule ; La capsule avec le sable est mise à l'étuve à 105 °C, évaporée à sec puis pesée.
- ✓ Transvaser la suspension ne contenant que les particules de 0,2 mm dans l'éprouvette à pied et ajuster à 1litre avec de l'eau distillée.

Mesure : Dans l'éprouvette contenant la suspension de sol, on peut ajouter deux gouttes d'alcool acétylique secondaire afin d'éviter une émulsion ;

- ✓ Agiter la suspension à l'aide d'un agitateur (1min) .
- ✓ Introduire le densimètre avec précautions, effectuer les lectures densimétriques à intervalles d'autant plus grands que la sédimentation est plus avancée : 30'',1',2',5',15',45',2 h, 20 h.
- ✓ Vérifier la température du liquide se trouvant dans l'éprouvette une fois à 10', une autre après 45',2 heures et 20 heures.

Les lectures sont notées sur un tableau préparé comprenant les rubriques : temps (T), densité de la suspension (D), température (t).

La connaissance de la texture permet la déduction de propriétés de la terre vis-à-vis des végétaux, depuis son comportement hydrique jusqu'à son activité biologique en passant par l'aptitude à l'enracinement, etc.

La texture influe sur les propriétés du sol, de ce fait elle va influer directement l'état de la plante cultivé et le rendement qui sera obtenu. Mais sa connaissance ne suffit pas pour prévoir tout ses propriétés physiques (sa perméabilité, son aération, son aptitude à l'ameublissement, au tassement, etc.) néanmoins cette connaissance indique la tendance du sol. On sait par exemple que :

- les sols sableux sont filtrants ;
- les sols où sont associés beaucoup d'éléments fins aux sables ont tendance à se colmater, rendant le sol imperméable et battant ;
- ceux où sont associées suffisamment d'argiles aux autres éléments permettent une structuration qui donne souvent une bonne perméabilité.

On définit ainsi :

- des sols argileux avec plus de 40 % d'argile, ils ont une grande aptitude à la fissuration ;
- entre 25 et 40 % d'argile, on trouve des argiles sableuses et des argiles limoneuses ou de sols sablo-argileux et limono-argileux avec un taux d'argile plus faible. Leur aptitude à la fissuration est moindre ;
- les sols qui contiennent plus de 45 % de limons, limons légers et limons sablo-argileux sont caractérisés par leur faible stabilité structurale ;
- les sols avec plus de 65 % de sables sont appelés sols sableux. Leur principal défaut est l'insuffisance de rétention d'eau

Les résultats obtenus vont être caractérisé à l'aide du triangle des textures afin de définir la texture de chaque échantillon (fig. n°17).

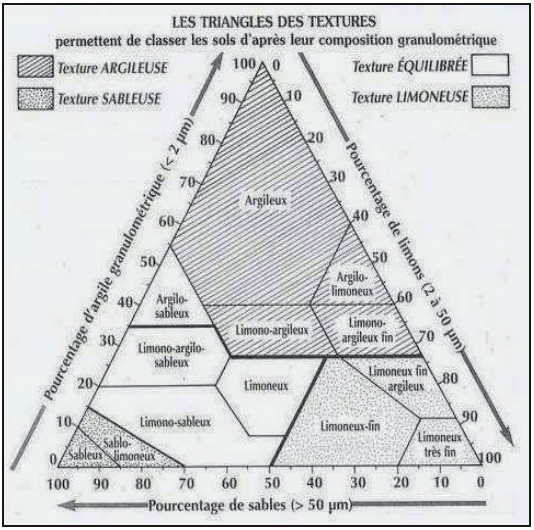


Figure n° 17 : triangle des textures.

III.1.2.2 Analyses chimiques :

III.1.2.2.1 Matière organique :

La matière organique stable du sol (humus) est issue de la décomposition progressive des résidus de culture, et des végétaux, animaux et autres organismes biologiques vivants dans le sol (acariens, champignons, microfaune, microflore…).

Comment mesurer la matière organique du sol ?

La détermination du taux de matière organique d'un sol est réalisée indirectement, à partir du dosage de la teneur en carbone organique, suivant la méthode normalisée internationale NF ISO 14235. Le taux de matière organique est calculé en multipliant la teneur en carbone par un coefficient stable dans les sols cultivés régionaux, fixé à 1,72 (MO = Cox 1, 72).

Mode opératoire : On prend une quantité de terre fine, puis on la passe aux tamis de 0,2 mm de façon que toute quantité broyée passe à travers ces amis. À partir de ce sol, on pèse 0,3 g qui représente la prise d'essaie, cette dernière est versée dans un bécher de100ml sur la quelle on verse à l'aide d'une burette10ml de $K_2Cr_2O_7$ à 0,4 M.

On mélange le tout et on le couvre à l'aide d'un verre de montre et on le place dans une étuve chauffée à 125 °C pendant 45', ensuite on le retire et on laisse refroidir.
On remue avec l'eau distillée puis on additionne10 ml de sel de Mohr (0,1M) et 1,5gNaF.

On ajoute 1 à 2 gouttes de diphénylamine puis on place le bécher sur l'agitateur et on titre en utilisant la solution $K_2Cr_2O_7$ (0,4M) jusqu'au virage de couleur violette.
On note les volumes de $K_2Cr_2O_7$ utilisé.
Calcul :

$$\% Co_x = \frac{(40 - d.f)0,3}{g}.100$$

- % Cox : pourcentage de carbone oxydé ;
- 0,3 : conversion en mg ;
- 40 ml : de bichromate de potassium 0, 1M ;
- d : volume de solution de sel de Morh ;
- f =40 % a
- a : titrage de la solution témoin contenant seulement $K_2Cr_2O_7$.

Pour passer du taux de carbone au taux de matière organique totale, on utilise le coefficient de WELTE : % humus=%Cox.1, 72.

Tableau n° 14 : Echelle d'interprétation de la quantité de l'humus.

Cox (%)	Humus (%)	Quantité
< 0,6	< 1	Très faible
0,60 – 1,15	1- 2	Faible
1,15 – 1,75	1- 3	Moyenne
1,75 – 2,90	1- 5	Forte
> 2,90	> 5	Très forte

La matière organique joue un rôle important dans les fonctionnements physique, chimique et biologiques du sol.

Effets de la matière organique sur les propriétés physiques :

- sur la stabilité structurale : La matière organique joue un rôle très important dans la stabilité structurale, cela se fait par plusieurs mécanismes et à différentes échelles des agrégats. De nombreux travaux ont mis en évidence les effets positifs de la matière organique sur la stabilité structurale. Selon Wuddivira et al., (2009), la matière organique contribue à la protection du sol contre les forces érosives des pluies quel que soit le pourcentage d'argile du sol.
- sur la porosité : Plusieurs études ont été réalisées pour trouver une relation entre la teneur de la matière organique et la densité apparente du sol (Zhao et al., 2009) ; (Hati *et al*., 2008) ; (Gill *et al.,* 2009); (Dexter *et al*., 2008). Ces recherches ont montré qu'une la teneur élevée en matière organique du sol est suivie par une augmentation de la porosité, mais cependant à des degrés divers.
- sur la rétention en eau : Il existe une relation entre la porosité du sol et la rétention en eau, selon Annabi (2005), l'augmentation de la porosité du sol entraine généralement une augmentation de la rétention en eau, et comme la matière organique contribue à l'augmentation de la porosité, donc elle à aussi des effets positifs sur la rétention en eau.

Effets de la matière organique sur les propriétés chimiques : La matière organique a la propriété de fixer les cations indispensables à la nutrition végétale, et elle libère à la mesure des

besoins des plantes les éléments minéraux soit par simple dissolution soit par échange cationique.

Effets de la matière organique sur les propriétés biologiques : La matière organique est le support de la vie microbienne du sol, elle est issue de l'activité des microorganismes dans le sol, et elle contribue maintenir une certaine biodiversité dans le sol. L'action de cette biodiversité est très souvent bénéfique pour les plantes (nutrition minérale, rhyzogénése).

III.1.2.2.2 Le pH :

Il est déterminé par mesure électro métrique dans la solution surnageant d'un mélange sol / liquide dans la proportion 1/2,5. La mesure du pH d'une suspension de sol dans l'eau rend compte de la concentration en ions $H3O^+$ à l'état dissocié dans le liquide surnageant. Ces ions sont en équilibre avec ceux présents à l'état non dissocié, fixés sur certains composants solides du sol tels que les minéraux argileux, la matière organique et certains composés dans les quels l'aluminium est associé à des molécules d'eau et à des OH^-.Ces composés solides, par leur aptitude à fixer des ions H^+ ou OH^-, tempèrent les variations de pH du sol.

Mode opératoire

- ✓ Peser 10 g de terre fine et placer dans un bécher, ajouter 25 ml d'eau distillée bouillie puis refroidie.
- ✓ Passer le mélange dans l'agitateur pendant 15 min puis le passer au pH mètre à électrode de verre étalonné par des solutions tampons à pH connu.

Tableau n° 15. Echelle d'interprétation de l'acidité actuelle.

pH eau	Sol
< 3,5	Hyper acide
3,5 – 5,0	Très acide
5,0 – 6, 5	Acide
6, 5 – 7,5	Neutre
7,5 – 8,7	Basique
> 8,7	Très basique

Le pH régule la disponibilité des éléments nutritifs dans le sol, c'est probablement le facteur le plus important à considérer lors de l'analyse du sol.

La croissance de plantes supérieures varie sous l'action de l'acidité ou de l'alcalinité des milieux. Car Le pH influe le pouvoir de l'assimilation des éléments minéraux par la plante. La plupart des plantes cultivées ont leur optimum de croissance au voisinage de la neutralité (pH=7).l'alcalinité conduit à l'insolubilisation du fer, manganèse, bore, et quelque fois à l'acide phosphorique.

En effet, lorsque le pH est près de la neutralité (pH = 7), la disponibilité des éléments nutritifs essentiels contenus dans le sol est maximale. La plante peut alors puisée tout l'azote, le phosphore, le potassium, le calcium, le magnésium et les oligoéléments nécessaires à sa croissance. La disponibilité diminue lorsque le pH descend sous la barre de 5,5. Par contre, si le pH est trop acide (pH < 4), certains éléments toxiques deviennent disponibles, tel

l'aluminium, le fer, le cuivre et le zinc. Ceux-ci prennent la place des éléments nutritifs essentiels dans le métabolisme de la plante et peuvent grandement l'affecter.

Le pH influe aussi le développement des microorganismes, en général les bactéries réclament un milieu neutre ou légèrement alcalin, alors que les champignons prospèrent plus facilement en milieu acide. Dans les sols acides la vie microbienne est fortement ralentie ainsi que les processus dont elle est responsable (humification, fixation de l'azote). Dans le cas des cultures des légumineuse et vu que ces plantes vivent en symbioses avec des bactéries fixatrices d'azote atmosphérique et puisque le pois chiche en fait partie ; donc un sol a pH bas vas compromettre le travail de ces bactéries rhizobium qui sont moins actifs au dessous d'un pH 6.et de ce fait la plante aura des carence en azote minérale ; élément minéral indispensable a n'importe quelle plante pour son développement et sa croissance.

III.1.2.2.3 Le Calcaire totale :

L'analyse du calcaire total est nécessaire pour affiner la caractérisation des constituants du sol et améliorer les choix stratégiques en termes de chaulage. Comme la granulométrie, c'est une caractéristique stable du sol, qu'il n'est pas utile de mesurer à chaque analyse, pour peu que la zone de prélèvement soit stable et correctement repérée.

Comment déterminer le calcaire total ? La terre est mise en contact avec un acide fort qui dissout le calcaire, en milieu fermé. L'attaque du calcaire ($CaCO_3$) se traduit par un dégagement gazeux de CO_2 dont le volume est mesuré. (Méthode du calcimètre de Bernard).

La réaction provoquée libère rapidement le CO_2 : $CaCo_3 + 2HCL \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$

Mode opératoire : *Témoin :*

- ✓ Peser 0,2 g du $CaCo_3$ (calcaire pur) .Ajouter 5 ml d'HCl à 10% dans l'expansion latérale.
- ✓ Introduire le $CaCo_3$ +HCL dans une fiole. Fermer celle- ci et s'assurer que le niveau du liquide est au repère zéro.
- ✓ Incliner la fiole afin de verser l'HCl sur le $CaCo_3$.

Le dégagement du CO_2 refoule l'eau dans la colonne du calcimètre.

- ✓ Agiter et attendre l'équilibre thermique se réaliser puis abaisser l'ampoule du calcimètre jusqu'à ce que le niveau soit dans le même plan horizontal que celui de l'eau située dans la colonne.
- ✓ Lire le volume « v » du CO_2 dégagé à la pression.

Sol :

- ✓ Peser de 0,5 à 5g de terre superfine, selon la teneur présumée en calcaire.
- ✓ Introduire cette prise d'essaie dans la fiole et ajouter la même quantité d'HCl.
- ✓ Fermer la fiole et faire agir l'acide à la pression atmosphérique.

Les dosages seront d'autant précis que V et v seront voisins. Soit v le volume de CO_2 dégagé par la prise p de $CaCo_3$ et V le volume de CO_2 dégagé par la prise P de terre.

$$\% CaCo3 = (p.V) / (P.v).100$$

Tableau n° 16: Echelle d'interprétation de la charge en calcaire dans le sol.

Taux de caco$_3$ total a l'analyse	Qualification du sol
$CaCO_3T \leq 5\%$	Sol non calcaire
$5 < CaCO_3T \leq 12,5\%$	Sol faiblement calcaire
$12,5 < CaCO_3T \leq 25\%$	Sol modérément calcaire
$25 < CaCO_3T \leq 50\%$	Sol fortement calcaire
$CaCO_3T > 50\%$	Sol très fortement calcaire

Le calcaire total est une des composantes héritées du sol, éventuellement légèrement modifiable par apports massifs et répétés d'amendements basiques (recarbonatation anthropique des sols par exemple). La présence de calcaire confère au sol des caractéristiques spécifiques en termes de comportement physique et chimique et influe sur son activité biologique. Son absence totale a pour conséquence une acidification progressive, plus ou moins rapide suivant le contexte pédoclimatique, qu'il est nécessaire de compenser par des apports réguliers d'amendements basiques (chaulage)

Le calcaire en quantité suffisante dans le sol influent les 3 propriétés du sol (physique, chimique et biologique) (Soltner.2000).

En rôle physique : il rend la structure plus meuble et plus stable, et favorise ainsi la perméabilité à l'eau et à l'air, le travail du sol et la pénétration des racines.

Concernant le rôle chimique, ils régularisent avec le magnésium le pH et favorisent les échanges d'ions, nécessaires à la nutrition des plantes.

Comme rôle biologique, il crée un milieu favorable aux microbes utiles du sol ; pour le pois chiche il crée un milieu propice au développement des rhizobiums fixateurs d'azote.

III.1.2.2.4 La salinité :

Dans un sol, les sels solubles peuvent se trouver sous forme cristallisée, c'est le cas des sels solubles comme le gypse. Le plus souvent, il s'agit de sels sous forme dissoute, des anions et cations étant présent dans la solution du sol. Celle-ci présente une composition cationique en équilibre avec les cations échangeables retenus par le complexe absorbant. Pour extraire les sels solubles, on utilise la méthode dite des extraits aqueux. Cette méthode consiste à mélanger la terre sèche avec beaucoup d'eau distillée bouillie pour obtenir de fortes dilutions. Le rapport sol / eau restant constant quelque soit la nature de l'échantillon et notamment, sa granulométrie. La salinité globale d'un échantillon peut donc être exprimée sous la forme de la Conductivité électrique, ou bien sous la forme de la somme des ions de son extrait aqueux.

Préparation de l'extrait aqueux :

- ✓ Dans un flacon d'agitation, mettre 20 g de terre fine séchée à l'air et100 ml d'eau distillée bouillie (le rapport sol / eau est égale à1/5).
- ✓ Agiter durant une heure puis mesurer la conductivité électrique à l'aide d'un conductivimètre.

Echelle de la salinité agronomique couvrant le domaine des sols très salés comme on en rencontre le long du littoral méditerranéen. Cette échelle est exprimée en fonction de la C.E.

Tableau n° 17: Salinité des sols en fonction de la C.E.

CE 25°C (µS/cm)	Désignation
< 250	Non salé
250 < CE 25°C < 750	Moyennement salé
750 < CE 25°C < 2250	Fortement salé
2250 < CE 25°C < 5000	Très fortement salé
5000 < CE 25°C < 20000	Excessivement salé

III.2 Méthodes et techniques végétale :

III.2.1 Matériel végétal :

Dans le présent travail une collecte des échantillons de plants et de graines mures de pois chiches *cicer arietinum .L* de différentes variétés a été effectuée.

III.2.1.1 Sur champs :

Selon l'objectif de cette partie de notre étude, qui est la caractérisation morphologique des cultivas de pois chiche (*cicer arietinum*) nous avons choisi un dispositif aléatoire à raison de 15 plants/variétés de pois chiche (9 champs ont été investigués) sur lesquels nous avons réalisé des mesures biométriques.

Le matériel végétal est constitué de plants entiers de pois chiches avec gousses et graines (mures récupérés après récolte). Le matériel a été collecté de différentes régions à travers la wilaya de Tlemcen. Au total 135 échantillons de plants entiers et 900 graines mures ont été utilisés et ont servis d'outil pour notre étude agro-morphologique. Nos échantillons ont comportés deux Variété introduites (Ghab4 et Flip 82-93) et deux variété locales (Bled et Garbansa).

III.2.1.2 Au laboratoire :

III.2.1.2.1 Matériels utilisés :

Pour les besoin de l'expérience on a utilisé :

- Pied à coulisse : afin de prendre les mesures biométriques sur plant.
- Balance analytique pour prendre le poids de 100 graines (PCg) de chaque variété.

III.2.1.2 .2 Mesures biométriques :

Huit caractères (Paramètres agronomiques) relatifs aux plants et ses composants; feuilles, folioles et gousses et graines ont été mesurés à savoir:

- ✓ La hauteur du plant (HP) cm : la hauteur moyenne des plantes: au terme du cycle cultural la hauteur des plantes a été mesurée du collet à l'extrémité supérieure.
- ✓ Gousses :

Le Nombre total de gousses par plant (NGTP).
Le nombre de gousses à 2 graines par plant (NG2).
Le nombre de gousses à une graine par plant (NG1).

- ✓ Graine :

Le nombre total de grains par plant (NgTP).
Le pois de cent graines (PCg).
La longueur de la graine (Log) (mm).
La largeur de la graine (LAg) (mm).

IV. Exploitation des données :

Les données recueillies ont fait l'objet d'analyses statistiques. Des analyses de variance et une corrélation avec régression linéaire (faites a l'aide d'un programme statistique **GenStat** discovery, Edition 3); et enfin un test khi deux (de deux caractères statistiques indépendants à l'aide du programme statistique **R**).

Analyse de variance avait pour objectif de déterminer :

- *L'effet de l'interaction milieu × génotype* sur les caractères biométriques: cette analyse s'est exécuté seulement sur deux variétés qui sont présentes en même temps dans deux régions, cela concerne les variétés « bled et garbansa » au niveau de « sidi abdeli et sidi senoussi ».
- *L'effet du milieu* sur les caractères biométriques : réalisé pour deux variétés « ghab4 » et « flip 82-93 » au niveau de « Beni ouarsous ».
- *L'effet du type de texture du sol* sur les caractères biométriques: pour la variété « garbansa » à « sidi abdeli » ou deux cultures existaient sous deux types de textures différentes l'une « équilibrée » et l'autre « sablonneuse ».
- *L'effet de la succession des générations* sur les caractères biométriques (stade de sélection) G_3 /G_4: pour la variété « ghab4 » au niveau de EURL Hamadouche au niveau safsaf

La corrélation avec régression linéaire (pour toutes les variétés) a traité respectivement la relation entre :

- le nombre de gousses totale/plant (NGTP) et le nombre de gousses totales/plant à 1 graine (NG1).
- le nombre de gousses totale/plant (NGTP) et le nombre de gousses totales/plant à 2 graines (NG2).
- Test khi deux à deux caractères statistiques indépendants (pour toutes les variétés): le test a concerné le poids de 100 graines de pois chiche (Pcg) et le rendement.

IV. Résultats des prospections dans la wilaya de Tlemcen :

Il ressort des enquêtes réalisées dans la région de Tlemcen que :

- ✓ Les superficies destinées à la culture de pois chiche sont variables selon le type de culture (production destiné à la consommation (petite exploitation) ou à la production de semence), elle varie de 0.5 ha à 36 ha ; elle est de 36ha au niveau de la ferme pilote (EURL Hamadouche) dont la récolte est destinée à la production de semences.
- ✓ L'ensemble des exploitations sont à dominance de céréaliculture.
- ✓ Le pois chiche est cultivé en culture pluviale et il est semé au printemps (Mars-Avril-Mai).
- ✓ Les agriculteurs ont suit le mode extensif sauf au niveau de l'EURL Hamadouche où l'apport de fertilisants et de pesticides a eu lieu.
- ✓ Les facteurs abiotiques et biotiques limitant la culture de pois chiche sont essentiellement la sécheresse printanière et estivale, le sirocco, les gelées et l'anthracnose.
- ✓ Quatre variétés différentes ont été trouvées ; parmi lesquelles deux sont importées (Ghab4, Flip 82-93) et deux locales (Garbansa et Bled).
- ✓ Les agriculteurs ont signalés la perte des cultivars locaux de pois chiches cette perte, selon les agriculteurs, est essentiellement due d'une part, à la non-régénération de la semence causée par la sécheresse (perte des récoltes) ou par l'introduction de cultivars étrangers (délaissement des cultivars locaux) et d'autre part, au fait qu'ils ne peuvent écouler leur production de cultivars locaux auprès de la CCLS vu l'hétérogénéité et la non-conformité variétale (cas de quelques agriculteurs). LAUMONT et CHEVASSUS (1956) indiquent qu'on peut rencontrer en Algérie 5 variétés a l'intérieur de l'unique espèce cultivée, en milieu traditionnel, les graines sont très mélangées, riches en formes, à graines blanches ou colorés, ridés ou lisses, à saveur douce ou musquée, à rendement souvent faible ou irrégulier.

V. L'étude pédologique :

Un outil d'évaluation des potentialités agronomiques, on cherche dans ce cas à repérer les principaux problèmes agronomiques dépendant essentiellement des caractères propres au milieu peu ou pas dépendants des actions culturales. Ces problèmes sont liés, par exemple, à une charge élevée en éléments grossiers, à une texture déséquilibrée, à un pH très acide ou très basique, salinité élevé ou basse, aux taux de la matière organique faible. Cette évaluation passe par l'analyse du sol et de ses propriétés qui affecte la culture de pois chiche.

II.1 Propriétés physiques :

II.1.1 fraction grossière *:*

Tableau n°18 : charge en éléments grossiers dans les 40 premier cm des sols analysés :

Ech	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Gravier %	14.34	15.65	5.76	15.43	20.61
Charge	Moyenne	Moyenne	Faible	Moyenne	Moyenne
Ech	**6**	**7**	**8**	**9**	
Gravier %	44	31	18.36	24.21	
Charge	Importante	Importante	Moyenne	Moyenne	

1 : Beni Ouarsous $_1$; **2** : Beni Ouarsous$_2$; **3** : Sidi Senoussi$_1$; **4** : Safsaf$_1$; **5** : Safsaf$_2$; **6** : Sidi Abdeli$_1$; **7** : Sidi Senoussi$_2$; **8** : Sidi Abdeli$_2$; **9** : Sidi Abdeli$_3$.

D'après les résultats obtenus, nous distinguons que la charge en élément grossiers est moyenne pour la plupart de nos échantillons, signalons qu'elle est faible pour l'échantillon n°3 (Sidi Senoussi$_1$) et importante pour deux échantillons (n°6 Sidi Abdeli$_1$) et (n°7 Sidi Senoussi $_2$).

Le port dressé du pois chiche permet de l'implanter sur des sols caillouteux. Mais le rendement sera quoiqu'il en soit pénalisé par la présence d'une charge en élément grossiers élevée qui diminuera la fraction de la terre fine qui retient l'eau et les sels minéraux et qui permet aux racines d'y pénétrer en profondeur, cependant les résultats effectués sur nos échantillons de sols ont montré que cette charge n'est pas très importante au point de contrarier l'état des cultures de pois chiche et leur rendement.

II.1.2 Texture :

La texture se mesure par l'analyse et s'apprécie au toucher ; c'est sa teneur centésimale en sable grossiers et fins, en limons en argile, en humus et en calcaire. (Soltner., 2000) Les résultats obtenus ont été caractérisé à l'aide du triangle des textures afin de définir la texture de chaque échantillon.

Tableau n°19 : texture des sols analysés :

Ech	1	2	3	4	5
Sable %	50.49	44.62	45.77	47.8	50.96
Limon %	30.37	30.45	29.13	27.4	23.23
Argile%	19.14	24.93	25.1	24.8	25.81
Texture	Equilibrée	Equilibrée	Equilibrée	Equilibrée	Equilibrée
Ech	**6**	**7**	**8**	**9**	
Sable %	60.9	51.38	49.1	77.14	
Limon %	27.37	23.07	33.85	20.02	
Argile%	22.74	25.55	17.05	2.84	
Texture	Equilibrée	Equilibrée	Equilibrée	Sablonneuse	

1 : Beni Ouarsous $_1$; **2** : Beni Ouarsous$_2$; **3** : Sidi Senoussi$_1$; **4** : Safsaf$_1$; **5** : Safsaf$_2$; **6** : Sidi Abdeli$_1$; **7** : Sidi Senoussi$_2$; **8** : Sidi Abdeli$_2$; **9** : Sidi Abdeli$_3$.

L'analyse granulométrique effectuée a montré que les échantillons de sols possèdent une texture équilibrée, sauf l'échantillon n° 9 (sidi Abdeli $_3$) qui possède une texture sableuse avec 77.14% de sable.

Dans notre cas d'étude, toutes les plantes de pois chiches cultivées sur huit sols profitent d'une texture adéquate qui leur confère un substrat terreux confortable pouvant leur procurer une alimentation hydrique et minérale suffisante. Signalons bien que Les propriétés de rétention en eau du sol sont fortement influencées par la texture du sol ; en effet la rétention de l'eau est plus élevée dans les sols de texture fine, donc contenant un taux d'argile plus fort que dans les sols à texture grossière. Cela est dû à la présence d'une porosité texturale responsable de la quasi-totalité de l'eau retenue dans le sol (HILLEL, 2003). Contrairement au sol de l'échantillon n° 9 de sidi abdeli$_3$, dont la texture est sablonneuse, va aboutir a la régression de la réserve en eau ou bien a la capacité de rétention du sol en eau ; ce qui va exposer la plante a un déficit hydrique permanant influençant d'une façon négative l'état de la culture du pois chiche mise en place, plus exactement le rendement et le remplissage du grain de pois chiche.

II.2 propriété biologique :
Matière organique :

Tableau n°20 : teneur en matière organique des sols analysés

Ech	1	2	3	4	5
Mo %	7.05	4.46	5.15	5.12	7.26
Quantité	Très forte	Forte	Très fort	Très fort	Très forte
Ech	6	7	8	9	
Mo %	7.25	3.21	3.85	3.23	
Quantité	Très fort	forte	forte	forte	

1 : Beni Ouarsous $_1$; **2** : Beni Ouarsous$_2$; **3** : Sidi Senoussi$_1$; **4** : Safsaf$_1$; **5** : Safsaf$_2$; **6** : Sidi Abdeli$_1$; **7** : Sidi Senoussi$_2$; **8** : Sidi Abdeli$_2$; **9** : Sidi Abdeli$_3$.

Selon les résultats obtenus, nos sols ont un taux de matière organique variant entre fort et très fort.

La matière organique qui joue un rôle important dans les fonctionnements physique, chimique et biologiques du sol. Elle améliore la cohérence des éléments structuraux, favorise la rétention en eau utile, participe au stockage réversible des éléments nutritionnels, limite le développement de certains parasites, augmente l'aération du sol. Un sol bien pourvu en matière organique offrira un milieu bien plus favorable au développement des cultures et moins sensible aux aléas climatiques. Un sol bien pourvu en matière organique offrira un milieu bien plus favorable au développement des cultures, c'est le cas pour les cultures de pois chiches installées au niveau de toutes les stations étudiées.

II.3 Propriété chimiques :

II.3.1 pH :

Tableau n° 21 : pH des sols analysés ou acidité actuelle :

Ech	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
pH	7.72	7.68	7.20	6.95	6.81
Sol	Basique	Basique	Neutre	Neutre	Neutre
Ech	**6**	**7**	**8**	**9**	
pH	7.54	7.42	7.17	7.49	
Sol	Basique	Neutre	Neutre	Neutre	

1 : Beni Ouarsous $_1$; **2** : Beni Ouarsous$_2$; **3** : Sidi Senoussi$_1$; **4** : Safsaf$_1$; **5** : Safsaf$_2$; **6** : Sidi Abdeli$_1$; **7** : Sidi Senoussi$_2$; **8** : Sidi Abdeli$_2$; **9** : Sidi Abdeli$_3$.

Le pH des sols analysés varient d'un pH neutre à basique, allant de 6.81 pour le sol le plus neutre (échantillon n°5, Safsaf $_2$) jusqu'à.7, 72 pour le sol le plus basique (échantillon n°1, Beni ouarsous $_1$).

Selon Berger et al (2003).le pois chiche peut survivre dans un sol à pH variant de 7,2 à 8,2. On déduit alors que la plupart de ces cultures des pois chiches dans ces sols prospèrent bien vis-à-vis du pH du sol et de son incidence sur les autres paramètres physiques (texture et structure) ; chimique (calcaire…) et biologiques (vie microbienne et processus qui en sui telle que l'humification).

II.3.2 calcaire totale :

Tableau n° 22 : taux de calcaire total des sols analysés

Ech	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
$CaCo_3$ %	16.94	19.66	3.33	17.8	4.06
Sol	Modérément calcaire	Modérément calcaire	Non calcaire	Modérément calcaire	Non calcaire
Ech	**6**	**7**	**8**	**9**	
$CaCo_3$ %	22.5	15	28.75	41.25	
Sol	Modérément Calcaire	Modérément Calcaire	Fortement calcaire	Fortement calcaire	

1 : Beni Ouarsous $_1$; **2** : Beni Ouarsous$_2$; **3** : Sidi Senoussi$_1$; **4** : Safsaf$_1$; **5** : Safsaf$_2$; **6** : Sidi Abdeli$_1$; **7** : Sidi Senoussi$_2$; **8** : Sidi Abdeli$_2$; **9** : Sidi Abdeli$_3$.

D'une manière générale tous nos échantillons sont pourvus de calcaire, mais à des teneurs variables allant d'un sol fortement calcaire (échantillon n°9 : sidi abdeli$_3$) à des sols modérément calcaire (échantillons n°1 Beni ouarsous$_1$, échantillon n°2 Beni Ouarsous$_2$, échantillon n°4 Safsaf$_1$, échantillon n°6 Sidi Abdeli$_1$ et l'échantillon n°7 Sidi Senoussi$_2$),sauf deux échantillons (Ech n°3 Sidi Senoussi$_1$ et l'Ech n°5 Safsaf$_2$)dont les teneur en calcaire total sont faibles.

II.3.3 la salinité :

Tableau n° 23 : salinité des sols analysés :

Ech	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
C.E (μS/cm)	542	281	186.2	230.5	456
Sol	Moyennement salé	Moyennement salé	Non salé	Non salé	Moyennement salé
Ech	**6**	**7**	**8**	**9**	
C.E (μS/cm)	389	225	692	244	
Sol	Moyennement salé	Non salé	Moyennement salé	Non salé	

1 : Beni Ouarsous $_1$; **2** : Beni Ouarsous$_2$; **3** : Sidi Senoussi$_1$; **4** : Safsaf$_1$; **5** : Safsaf$_2$; **6** : Sidi Abdeli$_1$; **7** : Sidi Senoussi$_2$; **8** : Sidi Abdeli$_2$; **9** : Sidi Abdeli$_3$.

On constate d'après les analyses qu'aucun de nos sols n'est salé.

Selon Hénin et al (1969) ; un sol salin est tout sol qui contient un taux assez élevé en sels solubles dont l'effet affecte négativement la fertilité des sols. La salinité pour la culture des pois chiches n'est pratiquement pas tolérée, à partir des analyses effectuées; les résultats nous indiquent qu'aucun de nos sols analysé n'est salé au point ou la culture sera mise en danger.

VI. Etude des paramètres agronomiques :

III.1. Analyse de variance :

III.1.1 Effet de l'interaction génotype × milieu :

a. <u>Effet de l'interaction génotype × milieu sur la hauteur du plant (HP) de pois chiche des variétés Bled et Garbansa au niveau de Sidi Abdeli et Sidi Senoussi:</u>

L'interaction entre le milieu et le génotype est statistiquement significative ; f prob <0.01 pour le caractère hauteur du plant. (Voir Annexe, Tab n° 26).

Conformément au test statistique, la variété Garbansa se comporte mieux à Sidi Abdeli. Ce résultat fut le même pour la variété Bled à Sidi Senoussi.

Slama (1988) a rapporté que la hauteur du plant de pois chiche dépend des conditions culturales et des génotypes ; d'après ben Mbarek et *al*, (2011), la hauteur des plants de pois chiche parait avoir des effets directs négligeables sur le rendement. Selon les résultats du test statistique que nous avons obtenu, le caractère hauteur du plant résulte dans son expression de l'interaction génotype × milieu.

b. <u>Effet de l'interaction génotype × milieu sur le nombre de graine par gousse (NgTP /NGTP) de pois chiche des variétés Bled et Garbansa au niveau de Sidi Abdeli et Sidi Senoussi:</u>

L'étude a montré qu'il existe un effet du milieu sur le caractère nombre de graine par gousses (f prob<0.01).

L'étude statistique a aussi mentionné l'effet du génotype sur ce caractère (f prob<0.01).

L'interaction du milieu et du génotype est hautement statistiquement significative (f prob<0.01) (Tab n°25).

Les résultats montrent que la variété Garbansa se comporte mieux à Sidi senoussi par rapport à Sidi abdeli, la distinction entre le comportement de la variété Bled au niveau des deux zones pour ce qui est du nombre de graines par gousses est statistiquement non significative.

Graf et Rowlard (1987) ont signalé que le nombre de graine par gousse est l'une des plus importantes composantes du rendement en graine chez les légumineuses à graine, tandis que Ben Mbarek et *al,* (2011) on indiqué que ce caractère est indépendant du rendement en graine et des autres composantes et qu'il est probablement génétique du pois chiche.

Conformément à notre résultat, le caractère nombre de graine par gousse est propre au génotype du pois chiche, influencé par le milieu et sa réponse repose sur l'interaction de ces

deux derniers. Donc ce paramètre est l'une des composantes du rendement les plus importantes vu l'incidence du milieu et du génotype et de leur l'interaction.

c. Effet de l'interaction génotype **×** milieu sur le calibre du grain de pois chiche des variétés Bled et Garbansa au niveau de Sidi Abdeli et Sidi Senoussi :

L'étude statistique a prouvé qu'il existe un effet du milieu sur le calibre du grain de pois chiche (f prob<0.01).

L'étude statistique a montré l'effet du génotype de la variété sur le calibre du grain de pois chiche (f prob<0.01).

L'interaction génotype × milieu est statistiquement significative (f prob<0.01) (Tab n°27).

La variété Garbansa se comporte beaucoup mieux au niveau de Sidi Abdeli, quant a la variété Bled et selon le test statistique son comportement est le même dans les deux régions à l'égard du calibre de grain de pois chiche.

D'après Laumont et Chevassus (1956), le calibre du grain de pois chiche est sous la dépendance de la variété et des conditions du milieu, en effet ils indiquent que généralement les variétés à gros grains accusent plus facilement que les autres variétés des chutes de calibre beaucoup plus importantes lorsque les conditions culturales et atmosphériques sont mauvaises au cours de la végétation et de la maturation.

Selon le résultat du test statistique on peut résumer que le caractère calibre du grain de pois chiche se rattache au milieu, au génotype et dont l'expression est issue de l'interaction milieu ×génotype. On peut considérer ce caractère comme étant un composant de rendement en graine du pois chiche.

d. Effet de l'interaction génotype **×** milieu sur le nombre de gousses totale par plant de pois chiche (NGTP) des variétés Bled et Garbansa au niveau de Sidi Abdeli et Sidi Senoussi :

L'étude statistique a montré l'effet du génotype sur le nombre de gousses par plant de pois chiche (f prob<0.01).

L'interaction génotype **×** milieu est statistiquement significative (f prob<0.01) (Tab n°28).

Le résultat montre que la variété Bled se comporte beaucoup mieux à Sidi Senoussi par comparaison à Sidi Abdeli. Et conformément au test statistique le comportement de la variété Garbansa fut presque le même au niveau des deux régions Sidi Abdeli et Sidi Senoussi vis à vis du caractère nombre totale de gousses par plant de pois chiche.

Selon Laumont et Chevassus (1956), Le nombre de gousses par plant NGTP dépend étroitement des conditions de l'environnement et en plus d'être génomique, il subit l'interaction génotype × milieu. Selon le test statistique Nous avons trouvé que ce caractère NGTP est propre au génotype et qu'il est indépendant du milieu, mais sa réponse est la résultante de l'interaction milieu × génotype.

A l'issu de ces résultats, on préconise l'installation de la variété garbansa au niveau de sidi abdeli et l'installation de la variété bled au niveau de sidi senoussi.

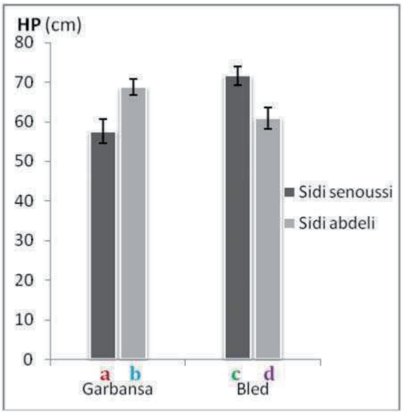


Figure n°18 : Effet de l'interaction génotype × milieu sur la hauteur du plant (HP) de deux variétés Bled et Garbansa au niveau de Sidi Abdeli et Sidi Senoussi, Les barres avec des lettres différentes indiquent une différence significative entre les moyennes (l.s.d) selon le test statistique ANOVA à un niveau de signification (5%).Les barres verticales montrent l'erreur standard de la moyenne.

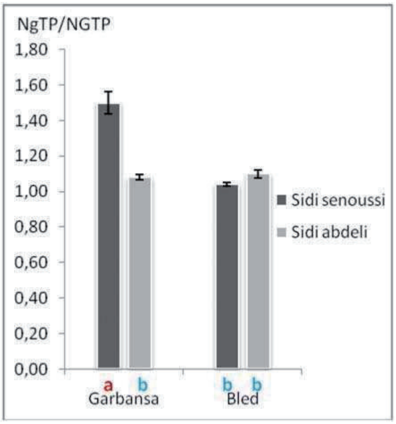


Figure n°19 : Effet de l'interaction génotype × milieu sur le nombre de graine par gousses de pois chiche **(**NgTP/NGTP) de deux variétés Bled et Garbansa au niveau de Sidi Abdeli et Sidi Senoussi. Le test est significatif à un niveau de probabilité <0.05. Les barres avec des lettres différentes indiquent une différence significative entre les moyennes (l.s.d) selon le test statistique ANOVA à un niveau de signification (5%).Les barres verticales montrent l'erreur standard de la moyenne.

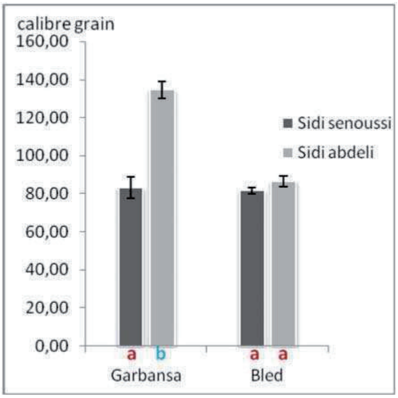


Figure n° 20 : Effet de l'interaction génotype × milieu sur le calibre du grain de pois chiche de deux variétés Bled et Garbansa au niveau de Sidi Abdeli et Sidi Senoussi. Le test est significatif à un niveau de probabilité <0.05. Les barres avec des lettres différentes indiquent une différence significative entre les moyennes (l.s.d) selon le test statistique ANOVA à un niveau de signification (5%).Les barres verticales montrent l'erreur standard de la moyenne.

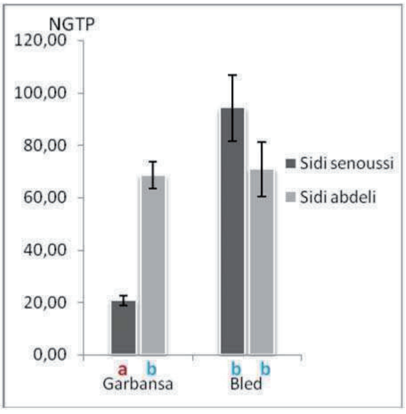


Figure n°21 : Effet de l'interaction génotype × milieu sur le nombre de gousses totale par plant de pois chiche de deux variétés Bled et Garbansa au niveau de Sidi Abdeli et Sidi Senoussi. Le test est significatif à un niveau de probabilité <0.05. Les barres avec des lettres différentes indiquent une différence significative entre les moyennes (l.s.d) selon le test statistique ANOVA à un niveau de signification (5%).Les barres verticales montrent l'erreur standard de la moyenne.

III.1.2 Effet du grade de la sélection généalogique :

Effet du grade de la sélection généalogique (G_3/G_4) sur le nombre totale de gousse par plant de pois chiche (NGTP) pour la variété Ghab 4 au niveau de l'EURL Hamadouche (safsaf):

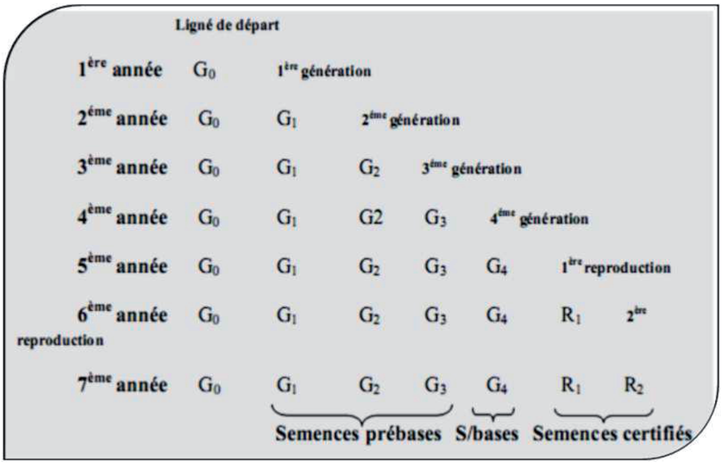


Figure n°22 : Grade de sélection généalogique

Le grade de sélection a une incidence sur la variété car durant les premières générations le comportement se caractérise par une hétérogénéité génétique à l'inverse plus on se rapproche des dernières générations plus l'hétérogénéité baisse. Dans notre cas d'étude on avait la possibilité d'étudier cet effet juste pour deux générations qui sont successive et proche vis-à-vis du stade de sélection (G_3 et G_4) sur un seul caractère (nombre de gousses totale /plant, NGTP).

L'étude statistique a montré l'inexistence de l'effet du grade de sélection sur le nombre de gousse par plant (NGTP) (f prob =0.814) (Tab n°38.), cela signifie qu'il n'ya pas de différence dans le comportement entre les deux stades de sélection (G_3 et G_4) chez cette variété de pois chiche. Néanmoins Laumont et Chevassus (1956) ont indiqué que Le nombre de gousses par plant (NGTP) est un caractère génomique, en effet le rapprochement des deux stades de sélection peut probablement expliquer ce résultat.

III.1.3 Effet du milieu :

a. <u>Effet du milieu sur la hauteur du plant (HP) de pois chiche au niveau de Beni Ouarsous de deux variétés différentes ″ Ghab 4 ″ et ″Flip 82-93″ :</u>

L'analyse statistique est significative (f prob <0.01) (Tab n°29).

Les résultats montrent qu'au niveau de la zone de Beni Ouarsous la variété Flip 82-93 se comporte mieux par rapport à la variété Ghab 4.

b. Effet du milieu sur le nombre de graine par gousse (NgTP/NGTP**)** de pois chiche au niveau de Beni Ouarsous de deux variétés différentes ″ Ghab 4 ″ et″ Flip 82-93″ :

L'étude menée sur ce caractère NgTP/NGTP est statistiquement significative (f prob=0.023). (Tab n°30).

Les résultats montrent que la variété Flip 82-93 se comporte mieux que la variété Ghab 4 au niveau de Beni Ouarsous.

c. Effet du milieu sur le calibre du grain de pois chiche au niveau de Beni Ouarsous de deux variétés différentes ″ Ghab 4 ″ et″ Flip82-93″ :

L'étude statistique est significative (f prob $<$0.01 (tab n°31).

Les résultats ont indiqué que la variété Flip82-93 se comporte mieux par rapport à la variété Ghab4 au niveau de Beni Ouarsous à l'égard du calibre de grain de pois chiche.

d. Effet du milieu sur le nombre de graine total par plant (NgTP) de pois chiche et sur le nombre de gousse total par plant (NGTP) au niveau de Beni Ouarsous de deux variétés différentes ″ Ghab 4 ″ et″ Flip 82-93″ :

Le test n'est pas significatif pour le nombre de graine totale par plant NgTP, (f prob =0.235) (tab n°32).

Le test n'est pas significatif pour le nombre de gousses total par plant NGTP, (f prob =0.922) (tab n°33).

La zone n'a pas d'effet sur le nombre de graine ou de gousses totales par plant de pois chiche pour les deux variétés.

On préconise l'installation de la variété Flip 82-93 au niveau de Beni Ouarsous vu son comportement à travers les caractères étudiés.

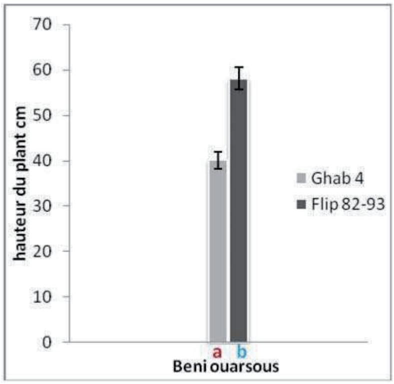


Figure n° 23 : Effet de la zone (Beni ouarsous) sur la hauteur du plant de pois chiche de deux variétés différentes Ghab 4 et Flip 82-93 ; Le test est significatif à un niveau de probabilité <0.05, Les barres avec des lettres différentes indiquent une différence significative entre les moyennes (l.s.d) selon le test statistique ANOVA à un niveau de signification (5%).Les barres verticales montrent l'erreur standard de la moyenne

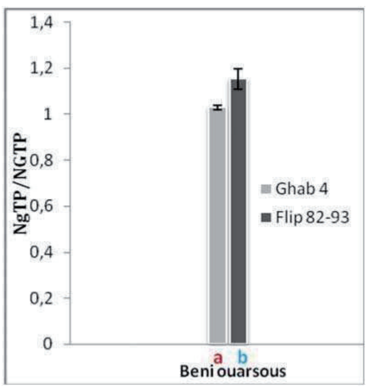


Figure n°24 : effet de la zone (Beni ouarsous) sur le nombre de graine par gousses par plant (NgTP/NGTP) de pois chiche pour deux variétés différentes Ghab4 et Flip 82-93. Le test est significatif à un niveau de probabilité <0.05 Les barres avec des lettres différentes indiquent une différence significative entre les moyennes (l.s.d) selon le test statistique ANOVA à un niveau de signification (5%).Les barres verticales montrent l'erreur standard de la moyenne.

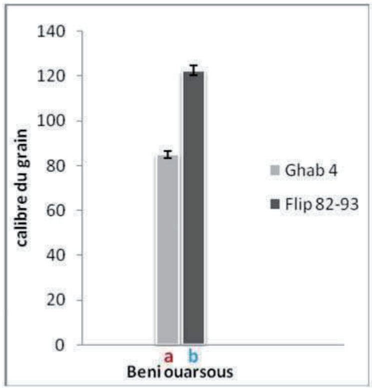


Figure n°25 : Effet de la zone (Beni ouarsous) sur le calibre du grain de pois chiche pour deux variétés différentes Ghab 4 et Flip 82-93. Le test est significatif à un niveau de probabilité <0.05. Les barres avec des lettres différentes indiquent une différence significative entre les moyennes (l.s.d) selon le test statistique ANOVA à un niveau de signification (5%).Les barres verticales montrent l'erreur standard de la moyenne.

III.1.4 Effet de la texture :

a. Effet de la texture sur la hauteur du plant (HP) de pois chiche, variété Garbansa au niveau de Sidi Abdeli:

La texture possède un effet sur la hauteur du plant de pois chiche (f pro=0006).(voir annexe, Tab n°34).

A partir des résultats obtenus, on pourra déduire que la texture influe sur le développement du plant de pois chiche en hauteur, la texture équilibrée favorise ce développement alors que la texture sablonneuse le réduit. Le plant de pois chiche a une hauteur qui varie de 30-70 cm, mais en cas d'un sol fertile et d'une alimentation hydrique suffisante elle peut dépasser 1m (AAC, 2006).

Un sol à texture sablonneuse est un sol filtrant qui ne retient pas l'eau, donc dans de tel sol la plante se trouve en permanence face à un déficit hydrique qui influe négativement sur son développement et sur sa croissance, concept qui a été signalé par Aspiral (1982), Cet auteur a indiqué que le déficit hydrique se traduit chez le pois chiche par une réduction de la hauteur du plant, de même ce résultat a été évoqué par Ben Naceur et *al* (2002), qui a trouvé que la hauteur du plant de pois chiche est négativement affecté par le stress hydrique.

b. Effet de la texture sur le nombre de graine par gousse de pois chiche (NgTP/NGTP), variété Garbansa au niveau de Sidi Abdeli):

L'étude statistique a montré que la texture n'a pas d'effet sur le nombre de graine par gousse, (f pro=0.496) (Tab n°35)

L'étude de l'effet de la texture sur le nombre de graine par gousse (NgTP/NGTP) de pois chiche a montré que la texture n'a aucun effet sur ce caractère. Signalons qu'on a trouvé que ce caractère est sous la dépendance du génotype, du milieu et de leur interaction.

c. Effet de la texture sur le calibre du grain de pois chiche, variété Garbansa au niveau de Sidi Abdeli):

L'étude statistique a montré l'effet de la texture sur le calibre du grain de pois chiche (f pro < 0.01) (Tab n°36).

La texture du sol influe sur le calibre du grain, une texture équilibrée favorise le remplissage du grain de pois chiche puisque la plante profite d'une alimentation hydrique et minérale suffisante, ce qui n'est pas le cas dans un sol à texture sablonneuse.

d. Effet de la texture sur le nombre de graine totale (NgTP**)** par plant de pois chiche (variété Garbansa au niveau de Sidi Abdeli):

L'étude statistique a montré que la texture n'a pas d'effet sur le nombre totale de grain par plant de pois chiche (f prob=0.422) (Tab n°37).

Le caractère nombre de graine par plant de pois chiche n'est pas affecté par la texture.

Conformément au test statistique la texture possède un effet sur la hauteur du plant et sur le calibre du grain de pois chiche.

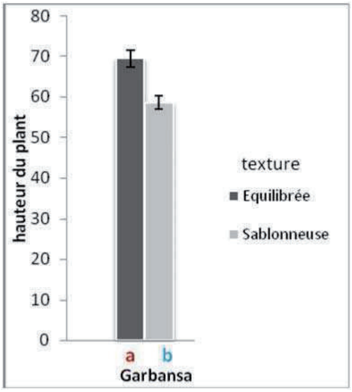


Figure n° 26 : effet de la texture sur la hauteur du plant (HP) de pois chiche pour la variété Garbansa au niveau de Sidi Abdeli. Le test est significatif à un niveau de probabilité <0.05, Les barres avec des lettres différentes indiquent une différence significative entre les moyennes (l.s.d) selon le test statistique ANOVA à un niveau de signification (5%).Les barres verticales montrent l'erreur standard de la moyenne.

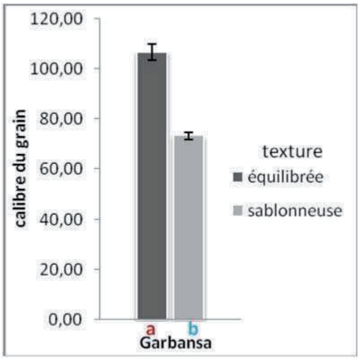


Figure n°27: effet de la texture sur le calibre du grain de pois chiche pour la variété Garbansa à Sidi Abdeli. Le test est significatif à un niveau de probabilité <0.05. Les barres avec des lettres différentes indiquent une différence significative entre les moyennes (l.s.d) selon le test statistique ANOVA à un niveau de signification (5%).Les barres verticales montrent l'erreur standard de la moyenne.

III.2 Corrélation et régression linéaire :

Des corrélations positives (R^2=0.959**) ont été mise en évidence pour l'ensemble des variétés entre le nombre totale de gousses par plant (NGTP) et le nombre de gousses à une graine par plant (NG1) (f prob$<$0.01) (voir annexe Tab n°39).

Il apparait d'après cette corrélation que le nombre de gousses à une graine NG1 est en fonction du nombre total de gousses/plant NGTP; le nombre de gousses à une graine semble augmenter avec l'augmentation du nombre de gousses total par plant NGTP. Selon Jose et Cubero (in Saxena et Singh, 1987), chez le pois chiche le nombre de gousses par plant varie de 30 à 150, ce nombre dépend des conditions de l'environnement ; les cultivars qui produisent le plus de gousse forment aussi le plus de gousse à une graine et inversement.

Le même test a été réalisé pour le nombre de gousse totale par plant (NGTP) et le nombre de gousse à 2 graines par plant (NG2), le test s'est avéré statistiquement non significatif (f prob=0.863) (Tab n°40).

Donc il y'a un effet de compensation chez cette espèce, les variétés qui produisent beaucoup de gousses forment le moins de gousses à plus d'une graine par gousse et le contraire est vrai la même constatation a été donné par Abdelguerfi et *al* (2001b).

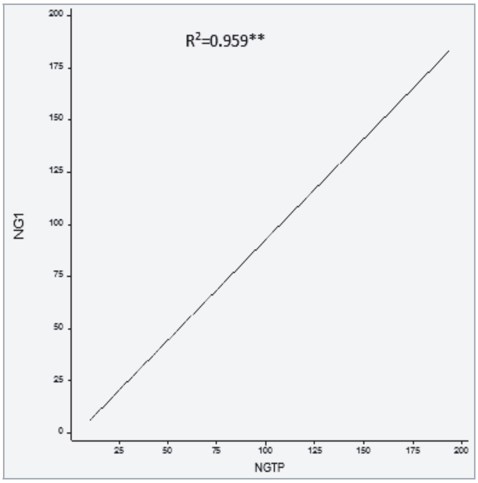


Figure n°28: régression linéaire entre le nombre de gousses total par plant (NGTP) et le nombre de gousses à une graine (NG1). Le test est significatif à un niveau de probabilité <0.05.

III.3 test khi deux :

Test khi deux de deux caractères statistiques indépendants (poids de 100 graines de pois chiche Pcg) et le rendement)

H_0 : le rendement n'est pas indépendant du Pcg (poids de 100 graines).

Tableau n° 24 : test khi deux de deux caractères statistiques indépendants.

Variétés	Pcg (g)	Rdt (Qx/ha)	Test x^2
Garbansa	46,2	14	
Garbansa	68,12	24,0	p- value=
Garbansa	39,80	16,0	0.2186*
Bled	43,40	16	
Bled	45,08	20	
Ghab 4	42,5	4,5	
Ghab 4	35,48	11	
Ghab 4	34,76	10,5	
flip 82-93	65,12	12,0	

Le test statistique n'est pas significatif (NS) à un niveau de probabilité inferieur à 0.05, **X**-squared = 10.7107 , Pcg : poids de 100 graines ; Rdt : rendement.

Le test statistique n'est pas significatif à un niveau de probabilité inférieur à 5% (p-value=0.2186), donc il n'ya pas de corrélation entre le rendement en graine du pois chiche et le poids de 100 graines de pois chiche. (Tab n°24).autrement dit le rendement en graine du pois chiche est tout à fait indépendant du pois de 100 graines donc le poids de 100 graines n'est pas considéré comme composante du rendement en graine du pois chiche.

Néanmoins, ce résultat est contradictoire avec tous résultats cités auparavant, par Pandya et Pandey (1980) qui ont rapporté que le poids de cent graines (Pcg) a un rôle déterminant dans l'édification du rendement en graine, par Ben Mbarek et al (1999) qui a indiqué que le Pcg a des effets directs positifs sur le rendement en graine, de même résultat sont obtenus par Pacucci et *a*l (2006) et Ozverew et *al* (2006) qui ont signalé l'existence d'effet directs positif du Pcg sur le rendement en graine.

Etant donné que le caractère rendement sur lequel le test khi a été réalisé dont les valeurs récupérés auprès des agriculteurs peuvent être relativement erronées; pourra expliquer le résultat déconcertant et discordant avec toute étude menées auparavant dans ce contexte. On peut justifier l'obtention des valeurs erronés des rendements soit, par une estimation approximative des rendements par les agriculteurs ou bien par appréhension des administrations financières de la part des exploitants.

Conclusion et perspectives :

En conclusion nous pouvons dire que cette étude menée à travers ses objectifs s'intègre au cadre de la caractérisation des ressources pédologiques et des ressources végétales de pois chiche (*cicer arietinum*) existants au niveau de la wilaya de Tlemcen. En effet depuis les travaux de Laumant et Chevassus (1956) aucune étude d'identification du matériel génétique du pois chiche n'a été entreprise en Algérie.

Parmi un ensemble de caractères indicateurs de la diversité, nous avons opté, dans un premier temps, l'étude biométrique des caractères morphologiques et de comportement des cultivars de pois chiche.

Il ressort des analyses de variance que :

- ❖ Pour les variétés locales Garbansa et Bled au niveau de Sidi Abdeli et Sidi Senoussi ;

1. La hauteur du plant dépend dans son expression de l'interaction génotype × milieu.
2. Le nombre de gousses totale par plant est un caractère propre à la génétique de l'espèce et que son expression est tributaire de l'interaction génotype × milieu.
3. Le nombre de graine par gousses est un caractère qui est propre au génotype, influencé par le milieu et dont la réponse résulte de l'interaction de ces deux derniers. Ce caractère est considéré comme étant l'une des composantes les plus importantes du rendement en graine chez le pois chiche.
4. Le calibre du grain de pois chiche se rattache au milieu, au génotype et dont l'expression est issue de l'interaction milieu ×génotype. Ce caractère est aussi considéré comme étant l'une des composantes les plus importantes du rendement en graine chez le pois chiche.

- ❖ Pour la variété locale Garbansa au niveau de Sidi Abdeli ;

1. la texture influe sur le développement du plant de pois chiche en hauteur, la texture équilibrée favorise ce développement alors que la texture sablonneuse le réduit.
2. La texture du sol influe sur le calibre du grain, une texture équilibrée favorise le remplissage du grain de pois chiche, ce qui n'est pas le cas dans un sol à texture sablonneuse.
3. la texture n'a aucun effet sur le nombre de graine par gousse de pois chiche (NgTP/NGTP pour la variété Garbansa.

- ❖ Pour la variété introduite Ghab4 au niveau de l'EURL Hamadouche (SafSaf) ;

  Le grade de la sélection généalogique n'a pas d'effet sur le nombre de gousse totale par plant (NGTP) entre deux stades de sélection successive (G_3 et G_4).

- ❖ Pour les deux variétés introduites Ghab4 et Flip 82-93 au niveau de Beni Ouarsous ;

Le comportement de la variété Flip82-93 est meilleur que celui de la variété Ghab4 à travers les caractères étudiés (hauteur du plant, nombre de graine/gousse, calibre du grain).

- ❖ L'adaptation et la grande productivité des variétés locales par rapport aux variétés introduites.

A l'issu de ces résultats, on préconise :

- ❖ L'installation de la variété Garbansa au niveau de Sidi Abdeli et l'installation de la variété Bled au niveau de Sidi Senoussi.
- ❖ l'installation de la variété Flip 82-93 au niveau de Beni Ouarsous vu son comportement positif par rapport a la variété ghab4.

Il ressorts des analyses de corrélations et de régressions linéaires que :

1. le nombre de gousses à une graine NG1 est en fonction du nombre total de gousses/plant NGTP, le nombre de gousses à une graine semble augmenter avec l'augmentation du nombre de gousses total par plant NGTP
2. les cultivars qui produisent le plus de gousse forment aussi le plus de gousse à une graine et inversement.
3. un effet de compensation existe chez cette espèce, les variétés qui produisent beaucoup de gousses forment le moins de gousses à plus d'une graine par gousse et le contraire est vrai.

En effet, compte tenu de la déperdition progressive des variétés locales, du moins la trentaine de variétés citées par les différents auteurs qui ne sont plus cultivées à grande échelle actuellement et la compensation de cette érosion génétique par de nouvelles introductions. il s'avère urgent de rechercher les cultivars locaux en vu de créer une large base génétique pour des fins d'amélioration directe (exploitation directe) ou indirecte (utilisation des méthodes d'amélioration génétique).

Cette étude préliminaire nous a permis de constater que ce travail de grande haleine s'avère indispensable et doit balayer le territoire national en uniformisant les méthodes d'échantillonnage et en étudiant la Variabilité génétique coexistant au sein des variétés de pois chiche avec des marqueurs moléculaire pour une meilleure appréciation et utilisations des ressources phytogénétique.

AAC (Agriculture et Agroalimentaire Canada). 2004 : Le Bulletin bimensuel ; Vol. 11; 13; 4 pages.AAC, 2004. Pois chiche: Situation et perspectives.

AAC (Agriculture et Agroalimentaire Canada). 2006 .Le Bulletin bimensuel ; Vol 17; 15; 4 pages.AAC, 2006. Pois chiche: Situation et perspectives

ABBAS M. 2006. Etude de la croissance et les possibilités d'extension du cèdre d'AtlasDans la région de Tlemcen. Thèse d'Inge en fores.Uni deTlemcen.,in BELLATRECHE A.2011 : Contribution à l'étude pédologique et génétique de quelques variétés de blé dur et blé tendre dans la wilaya de Tlemcen. Mém. Mag. Agro., Univ. Tlemcen – Algérie P 34.38.

ABBO S., BERGER J. and TURNER N.C. 2003. Viewpoint: evolution of cultivated chick-pea: four bottlenecks limit diversity and constrain adaptation. Functional Plant Biology ,p1082.

ABDELGUERFI A. 1989. bilan de deux années d'activités du bureau de coordination des ressources phytogénétiques (1 à 11), annales de l'Institut National Agronomique (El-Harrach),. Vol. 13 n° 1 Ministère aux Universités Alger.

ABDELGUERFI A., LAOUAR M., HAMDI N.,BOUZID H., ZIDOUNI F ., LAIB M., BOUZID L ET ZINE F . 2001 a. Les légumineuses alimentaire es en Algérie : situation, état des ressources phytog énétiques et cas du pois chiche à Bejaia. 3èmes Jour nées Scientifiques de l'INRAA à Bejaia, 11-13 Avril 2001.

ABDELGUERFI A., LAOUAR M., ZINE F., BOUZID L., LAIB M. ET KADRI A. 2001b. Caractérisation préliminaire de quelques cultivars de Cicer arietinum L. Collectés dans la région de Tizi Ouzou. Revue INRAA n°7, P : 51-65

ADJIM Z .2011. Contribution à l'étude de la diversité floristique et entomologique dans les champs de céréales dans la région de Tlemcen. Mém. Mag. Agro., Univ. Tlemcen – Algérie

AHMAD F. 1999. Random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis reveals genetic relationships among the annual Cicer species. Theoretical and Applied Genetics98(3–4): P 657.
AUCKLAND A.K. and VAN DER MAESEN L J.(-1980- Chickpea. America Society of Agronomy Crop science Society of America, 677, S.Segoe Road, Madison WI 537 11. Hybridization of crop plants. p. 251.

ANAT.2010 Plan d'Aménagement du Territoire de la Wilaya de Tlemcen. Phase1 Evaluation Territoriale.

ANNABI M. 2005. Stabilisation de la structure d'un sol limoneux par des apports de composts d'origine urbaine: relation avec les caractéristiques de leur matière organique. Thèse de docteur ingénieur. INA-PG, 269 p.

ANTHELME B., BEN ALI S., IORDACHE C. 1978. Contribution à l'étude de la valeur nutritive des variétés de légumes secs cultivés en Algérie. Vol VIII-n°1 année 1978. Extrait de : Annales de l'INA, 63-67.

AYADI A.L. 1986. Analyse agronomique de différents types de pois chiche : influence de la date de semis. Thèse en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur en Agronomie à Montpellier, France.

BAHULIKAR R.A., STANCULESCU D., PRESTON C.A., BALDWIN I.T. 2004. ISSR and AFLP analysis of the temporal and spatial population structure of the post-fire annual Nicotiana attenuata, in SW Utah. BMC Ecol. 6;4(1):12

BAIZE D. 2000. Guide des analyses en pédologie, choix – expression – présentation –interprétation. Institut National De La Recherche Agronomique, 147, rue de l'université –75338 Paris Cedex 07.ISBN :2 – 7380 – 0892 – 5.

BAMOUH A., H. NOUFIRI T. ZEGGAF et H. MOUTAWAKIL. 2002. Développement et application dun modèle de simulation du bilan hydrique (AGROSIM) à la prévision des rendements de la fève et du pois chiche en zone semi-aride marocaine. Proceedings de la Conférence Internationale "Politiques dirrigation: considérations micro et macroéconomiques". Agadir, Maroc; in **BEN MBAREK. K .**2011 .Comportement du pois chiche (Cicer Arietinum) du type « Kabuli » vis-à-vis du stress hydrique et identification des génotypes tolérants la sécheresse ; Th. Doct., instit supé agronomique de Chott Meriem –Tunisie. . p 17.

BEAUMONT M.A. **&** NICHOLS R.A. 1996. *Evaluating loci for use in the genetic analysis of population structure*. Proc. R. Soc. Lond. B 263, p1619

BEJIGA G., ESHETE M. & ANBESSA Y. 1996. Improved cultivars and production technology of chickpea in Ethiopia. Research Bulletin No 2. Debre Zeit Agricultural Research Center, Debre Zeit, Ethiopia. P 60.

BELLATRECHE A. 2011. Contribution à l'étude pédologique et génétique de quelques variétés de blé dur et blé tendre dans la wilaya de Tlemcen. Mém. Mag. Agro., Univ. Tlemcen – Algérie

BEN MBAREK K., M. BOUSLAMA, et M. MATHLOUTHI. 1999. Critère de sélection pour l'amélioration du rendement chez le pois chiche (*cicer arietinum* L.) dans une zone du semi aride supérieur : revue des régions. N°11(1/99) ;pages 70-79.

BEN MBAREK K ., BOUJELBEN A., HANNACHI C et MOHSEN BOUBAKER. 2009. Criblage et performances agronomiques de 45 génotypes de pois chiche (**Cicer arietinum** L.) soumis à un régime hydrique limité. Biotechnol. Agron. Soc. Environnement. 13(3), 381-393.p2.

BEN MBAREK K .2011 . Comportement du pois chiche (Cicer Arietinum) du type « Kabuli » vis-à-vis du stress hydrique et identification des génotypes tolérants la sécheresse ; Th. Doct., instit supé agronomique de Chott Meriem –Tunisie.

BERGER J.D., R.P. BUCK J.M., HENZELL, et N.C. TURNER. 2005. Evolution in the genus Cicer-vernalization response and low temperature pod set in chickpea (C. arietinum L.) and its annual wild relatives. Aust. J. Agric. Res. 56, in BEN MBAREK. K .2011 : Comportement du pois chiche (Cicer Arietinum) du type « Kabuli » vis-à-vis du stress hydrique et identification des génotypes tolérants la sécheresse ; Th. Doct., instit supé agronomique de Chott Meriem –Tunisie. . p14

BERGER J.D., M. ALI P.S. BASU, B.D. CHAUDHARY . 2006. Genotype by environment studies demonstrate the critical role of phenology in adaptation of chickpea (Cicer arietinum L.) to high and low yielding environments of India.

BERGER J., ABBO S., TURNER NC .2003. Ecogeography of annual wild Cicer species: the poor state of the world collection. Crop Sci 43.

BLUMLER M A. l991. Modelling the origins of legume domestication and cultivation . Econ. Bot. 45 p

BLAIR M.W., PANAUD O., MC COUCH S.R. 1999. Inter -simple Sequence Repeat (ISSR) amplification for analysis of microsatellite motif frequency and fingerprinting in rice (Oryza sativa L.). Theor. Appl. Genet. 98:780-792

BOUALI T. 1990. Possibilités d'extension de Juglans negia L. dans la wilaya de Tlemcen. Mém. Ing. For., Univ. Tlemcen, in ADJIM H .2011. Contribution à l'étude de la diversité floristique et entomologique dans les champs de céréales dans la région de Tlemcen. Mém. Mag. Agro., Univ. Tlemcen – Algériep 31.

BOTSTEIN D., WHITE R.L., SCHOLNICK M., DAVIS R.W. 1980. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment legth polymorphism. Am. J. Human. Genet. 32:314

BOUGHRAROU J.G. 1992. Contribution à l'étude de génotypes algériens de *cicer arietinum* L. en vue de leur amélioration. Thèse de magister INA.

BOUZERZOUR H., DJEKOUNE A., BENMHAMMED A. & HASSOUS L. 1998. Contribution de la biomasse aérienne, de l'indice de récolte et de la précocité au rendement en grain de l'orge (H. vulgare L.) en zone semi-aride d'altitude. Cah. Agric., 7,317.

BOUZNAD Z., MAATOUGUI M.E.H., LABDIM. 1996. Importance et distribution géographique des maladies fongiques des légumineuses alimentaires en Algérie : Proceedings du symposium régional sur les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires, 11-14 nov 1996, Rabat, Maroc pp:13.

CAMACHO L.H. **1977. importance of food legumes in human nutrition. food legume crops improvement and production, FAO plant production and protection paper Danida.63-64 p.**

CAUSSE M., SALIBA-COLOMBANI V., LECOMTE L., DUFFE P., ROUSSELLE P., BURET M. 2002. Genetic analysis of fruit quality attributes in fresh market tomato. J Exp Bot 53(377):2089-2090.

CIFTÇI V., N. TOGAYY ;TOGAY et Y.DOGAN. 2004. Determining relashinships amoung yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*cicer arietinum* L.).Asian Journal of plant Sciences;3(5),632-635.

CLÉMENT . MET FRANÇOIS P. 2003. Analyse chimique des sols,Méthodes choisies. EditionTEC & DOC,11, rue Lavoisier 75008 Paris.© LAVOISIER, 2003.ISBN :2 – 7430 – 0620 –X.

CLÉMENT. M. et FRANÇOISE P. 2007. Analyse physique des sols, Méthodes choisies. Lavoisier Tec et Doc. Soils laboratory Manager Volker Science.London, United Kingdom.11,rue Lavoisier.F75384. Paris Cedex 08. ISBN :2-7430-8283-2.

COLLARD BCY., PANG ECK., ADES PK., TAYLOR PWJ .2003. Preliminary investigation of QTLs for seedling resistance to *ascochyta blight* from *Cicer echinospermum*, a wild relative of chickpea. The or Appl Genet107:p 719

COLLIGNON B. 1986. Hydrogéologie appliquée des aquifères karstiques des monts de Tlemcen (Tome1) : Thèse. Doct nouveau régime. Fac sc.Uni d'Avignon *in* BELLATRECHE A. 2011. Contribution à l'étude pédologique et génétique de quelques variétés de blé dur et blé tendre dans la wilaya de Tlemcen. Mém. Mag. Agro., Univ. Tlemcen – Algérie.

CONG B., LIU J., TANKSLEY S.D. 2002. Natural alleles at a tomato fruit size quantitative trait locus differ by heterochronic regulatory regulatory mutations. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 99:p 13606-13608.

CUBERO J. I. 1987. Morphology of chickpea. In: **The Chickpea**, M.C. Saxena & K.B. Singh (eds), pp. 35–66, CAB International, Wallingford, UK.

CUBERO J.I. 1975. The research on chickpea (Cicer c~rictirtltrrt) in spain. Proceedings of the Works- hop on Grain Legumes. 13- 16 jan., Hyderabad India. Pages 117-122, ICRISA T, Patancheru.

DAJOZ R. 1985. Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, in ADJIM H .2011. Contribution à l'étude de la diversité floristique et entomologique dans les champs de céréales dans la région de Tlemcen. Mém. Mag. Agro., Univ. Tlemcen – Algérie p34.

DALHOUMI D., HARRABI M.M ., REZGUI S., et BELHADJ O. 1999.Caractérisation biochimique des espèces annuelles, cultivées et sauvages, du pois chiche (Cicer arietinum L.) ; 6èmes Journées Nationales sur les Résultats de la Recherche Agronomique ; Nabeul, 6 et 7 Décembre 1999.***in* BEN MBAREK. K** .2011 : Comportement du pois chiche (Cicer Arietinum) du type « Kabuli » vis-à-vis du stress hydrique et identification des génotypes tolérants la sécheresse ; Th. Doct., instit supé agronomique de Chott Meriem –Tunisie. .p7

DE VIENNE D. 1998. Les marqueurs moléculaires en génétique et biotechnologies végétales INRA éditions, ISBN 2-7380-0776-7

DEXTER A.R., RICHARD G., ARROUAYS D., CZYE E.A., JOLIVET C., DUVAL O. 2008. Complexed organic matter controls soil physical properties. Geoderma, vol. 144, p.p. 620-627.

DSA. Direction des services agricole. Tlemcen. 2007.

DSA. Direction des services agricole. Tlemcen. 2010.

DSA. Direction des services agricole .Tlemcen. 2012.

DUCHAUFFOUR PH. 1977. Pédologie et classification. Edit Masson Paris. *in* ADJIM Z**. 2011.** Contribution à l'étude de la diversité floristique et entomologique dans les champs de céréales dans la région de Tlemcen. Mém. Mag. Agro., Univ. Tlemcen – Algérie.

ELLIS R.H., LAWN R.J., SUMMERFIELD A. QI ., ROBERTS P.M., CHAYSJ.B., BROUWER J.L., ROSE S.J., YEATES et SANDOVER S.1994. Towards the reliable prediction of time to flowering in six annual crops: V. Chickpea (Cicer arietinum L). Exp Agric 30. In BEN MBAREK. K .2011 : Comportement du pois chiche (Cicer Arietinum) du type « Kabuli » vis-à-vis du stress hydrique et identification des génotypes tolérants la sécheresse ; Th. Doct., instit supé agronomique de Chott Meriem –Tunisie. p13.15

ERMAN M.,. VIFTÇI V et GEÇIT .1997. A research on relations amoung the characters and path coefficient analysis in chickpea (cicer arietinum L).Agricultural faculty, Ankara University,J.Agril.Sci.,3,43-46.

FAO (2007) FAOSTAT. Data, 2006.

FAO. 2006. L'état de la sécurité alimentaire dans le monde, bilan de 10 ans après le sommet mondial de l'alimentation.

FRARY A., NESBITT T.C., GRANDILLO S., KNAAP E., CONG B., LIU J., MELLER J., ELBER R., ALPERT K.B., TANKSLEY S.D. 2000. Hd1, a major photoperiod sensitivity quantitative trait locus in rice., is closely related to the Arabodopsis flowering time gene. Plant Cell 12:2473-2474

FANG D.Q., ROOSE M.L. 1997a. Fingerprinting trifoliate orange germ plasm accessions with isozymes, RFLPs, and inter-simple sequence repeat markers. Theor. Appl. Genet. 95:p 221-

FANG D.Q., ROOSE M.L. 1997b. Identification of closely related citrus cultivars with inter-simple sequence repeat markers. Theor. Appl. Genet. 95:p 408

GAN Y.T.; P.R. MILLER P.H., LIU F.C. STEVENSON, et MCDONALD., C.L. 2002. Seedling emergence, pod development, and seed yields of chickpea and dry pea in a semiarid environment. (Abstract) Can. J. Plant Sci. vol. 82, p3.23

GAOUAR A. 1980. Hypothèses et réflexions sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans la région de Tlemcen. For. Medit. 2 (2), , in ADJIM H .2011. Contribution à l'étude de la diversité floristique et entomologique dans les champs de céréales dans la région de Tlemcen. Mém. Mag. Agro., Univ. Tlemcen – Algérie p 31.

GHEZLAOUI M. C. 2011 .Influence de la variété, de la nature du sol et des conditions climatique sur la qualité des huiles d'olives des variétés Chemlal, sigoise et d'oléastre dans la wilaya de Tlemcen. Mém. Mag. Agro., Univ. Tlemcen, in ADJIM H .2011. Contribution à l'étude de la diversité floristique et entomologique dans les champs de céréales dans la région de Tlemcen. Mém. Mag. Agro., Univ. Tlemcen – Algérie p 35.

GILL J.S., SALE P.W.G. , PERIES R.R., TANG C. 2009. Changes in soil physical properties and crop root growth in dense sodic subsoil following incorporation of organic amendments.Field Crops Research., vol.114, p.p. 137–146

GOLDSTEIN D.B., SCHLOTTERER C.1999. Microsatellites. Evolution and applications. Goldstein and Schlotterer eds, Oxford University Press

GUILLET CLAUDE C., BIROLLEAUT., POUCHARD C., MANICACCI D., FOURMANN M., BARRAUD S., CARRET V., MARTNANT J.P., BARRIERE Y. 2004. Genetic diversity associated with variation in silage corn digestibility for three O-methyltransferase genes involved in lignin biosynthesis. Theor. Appl. Genet. 110:p 1268.

GUPTA P.K. and SHARMA P.C. 1991. Cytogenetic and related aspects in some pulse crops. In: Tsuchiya, T. and Gupta, P.K. (eds) Chromosome Engineering in Plants: Genetics, Breeding, Evolution, Part B. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands, p. 31.

HAMADACHE A., BOULAFA H., Aknine M. **1997. Mise en évidence de la période de sensibilité maximale du pois chiche d'hiver envers les mauvaises herbes annuelle dans la zone littorale. Céréaliculture. 31. In : MAOUGAL R. T.2004: Techniques de production d'inoculum Rhizobial. Etude de cas pois chiche (Cicer arietinum. L) :Inoculation et nodulation : magister en biotechnologies végétales -Université Mentouri, Constantine. Algérie.p15.**

HAMRICK J.L., GOD, M.J.W. and ShermanBroyles S.L. 1995. Gene flow among plant populations: Evidence from molecular markers. In: Hoch, P.C. and Stephenson, A.G. (eds) Experimental and Molecular Approaches to Plant Systematics. Missouri Botanical Garden,Missouri.

HATI M., SWARUP A., MISHRAB., MANNA M.C., WANJARI R.H. 2008. Impact of long-term application of fertilizer, manure and lime under intensive cropping on physical properties and organic carbon content of an Alfiso. Geoderma,vol. 148, pp.173-179.

HANELT P., 2001.Mansfeld's encyclopedia of agricultural and horticultural crops (except ornamentals). 1st English edition. Springer Verlag, Berlin, Germany. 3645 pp. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (Editors),

HARLAN J.R. and DEWET J.M.J. 1971. Toward a rational classification of cultivated plants. Taxon 20, 509–510.

HASSANI F. 2003.Etude comparative de l'infestation de trois variétés d'agrume par la mouche méditerranéenne des fruits Ceratitis capitata (wied) (Diptera : Tephritidae) dans la région de Tlemcen. Mém. Mag. Eco., Univ. Tlemcen, in ADJIM H .2011. Contribution à l'étude de la diversité floristique et entomologique dans les champs de céréales dans la région de Tlemcen. Mém. Mag. Agro., Univ. Tlemcen – Algérie p35.

HAWARE MP., NARAYANA RAOJ., PUNDIR RPS . 1992. Evaluation of wild Cicer species for resistance to four chickpea diseases. Int Chickpea News lett27:16–18

HAWARE M.P. 1998. Diseases of chickpea. In: Allen, D.J. & Lenné, J.M. (Editors). The pathology of food and pasture legumes. CAB International, Wallingford, United Kingdom. pp. 473–483.

HÜTTEL B., WINTER P., WEISING K., CHOUMANE W., WEIGAND F., KAHL G .1999. Sequence tagged microsatellite site markers for chickpea (*Cicer arietinum* L.).Genome42:210–211

KAID SLIMANE L. 2000. Etude de la relation sol-végétation dans la région Nord des Monts de Tlemcen (Algérie). These Mag Dpt Bio Fac Sc Univ Tlemcen.120p.

KAZI TANI C. 1995. Possibilitéd'enrichissementparintroductiond'essencesfeuilluesdans Les monts de Tlemcen.Mém d'ingénieur d'état en foresterie. Fac Sci Uni Tlemcen in BELLATRECHE A.2011 : Contribution à l'étude pédologique et génétique de quelques variétés de blé dur et blé tendre dans la wilaya de Tlemcen. Mém. Mag. Agro., Univ. Tlemcen – Algérie. P 34.

KLINGER T., ARRIOLA P.E. and ELLSTRAND N.C. 1992. Crop–weed hybridization in radish(Raphanus sativus): effects of distance and population size. American Journal of Botany 79,p 1431.

LEVIN D. and KERSTER H. 1974. Gene flow in seed plants. Evolutionary Biology 7, 139–220.Li, Z. and Zhu, Y. (1989) Rice male sterile cytoplasm and fertility restoration. In: IRRI, Hybrid Rice. International Rice Research Institute, Manila, p. 85.86

ICARDA. 1991. Annual Report for 1991; Center Agricultural Research Dry Areas, Aleppo, Syria; 121 pages.

ICARDA. 1992. Annual Report for 1992; Center Agricultural Research Dry Areas, Aleppo, Syria.

ICRISAT. 2008

ICRISAT .2013

ITGC. 1987- La lentille et le pois- chiche - pour une conduite mécanisée. Ed. ITGC El- Harrach, Alger, 29 p

ITGC. 1999. Les mauvaises herbes des grandes cultures (Biologie, Ecologie)ITGC.1997. Synthèse de l'étude sur : les posssibilités de réhabilitation et de developpement des légumineuses alimentaires en Algérie. Volume 1, numéro spécial, céréaliculture n° 33,pp24-26.

ITGC. 1999 a. Les superficies, productions et rendements des céréales en Algérie de 1876 à 1999. Document interne, 25 pages.

ITGC .1999b .Etude d'une structure de peuplement pour l'amélioration du rendement de la culture du pois chiche dans la zone subhumide. Volume 1, numéro spécial, céréaliculture n° 39, p:30.

INA. 2008. L'agriculture, l'agro-alimentaire, la pêche et le développement rural, Ed 2008.46p.

INRA/ITGC. 2004. Projet d'encadrement des programmes prioritaires en grandes cultures. Recueil des études relatives au développement des grandes cultures (filière légumineuse alimentaire), volume 2, 194p.

INRAA. 2006. Rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Deuxième rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques, juin 2006 .17,24.et 25p.

JAISWAL R. et SINGH N.P. 2001. Plant Regeneration from NaCl Tolerant Callus/Cell Lines of Chickpea, International Chickpea and pigeonpea Newsletter; N°8; ICRISAT International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics; Patancheru 502 324, Andhra Pradesh; in BEN MBAREK. K .2011 : Comportement du pois chiche (Cicer Arietinum) du type « Kabuli » vis-à-vis du stress hydrique et identification des génotypes tolérants la sécheresse ; Th. Doct., instit supé agronomique de Chott Meriem –Tunisie. P:10.15

JAIN K.S., SHARMA H.L., MEHRA R.B. & KHARE J.P., 1991.Multiple correlation and regression analysis in lentil.Lens Newsl., in BEN MBAREK.K, BOUJELBEN.A, HANNACHI.C et MOHSEN BOUBAKER. 2009: Criblage et performances agronomiques de 45 génotypes de pois chiche (**Cicer arietinum** L.) soumis à un régime hydrique limité. Biotechnol. Agron. Soc. Environnement. p383.

JAISWAL R. et SINGH N.P.2001. Plant Regeneration from NaCl Tolerant Callus/Cell Lines of Chickpea, International Chickpea and pigeonpea Newsletter; N°8; ICRISAT International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics; Patancheru 502 324, Andhra Pradesh; 73 pages.*in* BEN MBAREK. K .2011 : Comportement du pois chiche (Cicer Arietinum) du type « Kabuli » vis-à-vis du stress hydrique et identification des génotypes tolérants la sécheresse Th. Doct., instit supé agronomique de Chott Meriem –Tunisie.

JULIO E.2005 .Développement d'une carte génétique de *Nicotiana tabacum* et identification de QTLs liés à des caractères agronomiques et à la composition de la fumée doctorat en biotechnologie végétale l'insti national polytechnique de Toulouse pp11-13,18,20

JONES C.J., EDWARDS K.J., CASTIGLIONE S., WINFIEL M.O., SALA F., VANDEVIEL C., BREDEMEIJER G., VOSMAN B., MATTHES M., DALY A., BRETTSCHNEIDER R., BETTINI P., BUIATTI M., MAESTRI E., MALCEVSCHI A., MARMIROLI N., AERT R., VOLCKAERT G., RUEDA J., LINACERO R., VASQUEZ A., KARP A. 1997. Reproducibility testing of RAPD, AFLP and SSR markers in plants. Molecular Breedings 3:381p

KHANNA-CHOPRA R. et SINHA S.K. 1987. Chickpea: physiological aspects of growth and yield. In: The Chickpea. 409 pages; CAB International, (Eds.Saxena, M.C., Singh, K.B.), Wallingford, Oxon, UK in BEN MBAREK. K .2011 : Comportement du pois chiche (Cicer Arietinum) du type « Kabuli » vis-à-vis du stress hydrique et identification des génotypes tolérants la sécheresse Th. Doct., instit supé agronomique de Chott Meriem –Tunisie. p11,12

KASSEM Z., LEV-YADUN S., GOPER A., WEINBERG P.et ABBO S. 2006. Chickpea domestication in the Neolithic Levant through the nutritional perspective. Journal of Archaeological Science; pages: 1-5.

KNIGHTS E.J., AÇIKGÖZ N., WARKENTIN T., BEJIGA G., YADAV S.S. And SANDHU J.S. 2007. **Area, Production and Distribution. In YADAV S.S , REDDEN R.J, CHEN W and**

SHARMA B (eds). Chickpea **Breeding and Management** CAB International 2007- Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India. 10.11 pp.

KANTETY R.V., ZENG X., BENNETZEN J.L., ZERH B.E. 1995. Assessment of genetic diversity in dent and popcorn (Zea mays L.) inbred lines using inter-simple sequence repeat (ISSR) amplification. Molecular Breeding 1:365

KOSTIA S., VARVIO S-L., VAKKARI P., PULKKINEN P. 1995. Microsatellite sequences in a conifer, Pinus sylvestris. Genome 38:1244

KAMEL M. 1990. Winter chickpea: status and prospects. CIHEAM, Options Méditerranéennes, Séries Séminaires, 9, p145.

LADIZINSKY G. 1975. A new Cicer from Turkey. Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh 34, 201–202.In: **YADAV S.S , REDDEN R.J, CHEN W and SHARMA B** (eds). Chickpea **Breeding and Management** CAB International 2007- Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India.p5.

LADIZINSKY G. 1985. Founder effect in crop-plant evolution. Economic Botany 39,p 191.

LADIZINSKY G. l987. Pulse domestication before cultivation. Econ. Bot. in BEN MBAREK. K .2011 : Comportement du pois chiche (Cicer Arietinum) du type « Kabuli » vis-à-vis du stress hydrique et identification des génotypes tolérants la sécheresse ; Th. Doct., instit supé agronomique de Chott Meriem –Tunisie. p11.

LADIZINSKY G. 1998. Plant Evolution Under Domestication. Kluwer Academic, Dordrecht, The Netherlands, pp.174–176.

LAUMONT P., CHEVASSUS. 1956. Notes sur l'amélioration du pois chiche en Algérie. Annales de l'INA Tome X fasc.2 pp 1-5

LEPORT L., N.C. TURNER, S.L. DAVIES et K.H.M. SIDDIQUE.2006. Variation in pod production and abortion among chickpea cultivars under terminal drought; Europ. J. Agronomy 24p.

LEVEQUE CH ; CLAUDE MOUNOLOU J. 2008. Dynamique biologiqueet conservation Biodiversité ; 2ème édition Dunod, Paris,

LIN J.J ., KUO F., MA J., SAUNDERS J.A., BEARD H.S., MACDONALD M.H., KENWORTHY W., UDE G.N., MATTHEWS B.F. 1996. Identification of molecular markers in soybean comparing RFLP, RAPD and AFLP DNA mapping techniques. Plant. Mol. Biol. Rep. 14(2): 156

LOOMIS R. S. et CONDOR. D.J. 1992. Crop Ecology: Productivity and Management in Agricultural Systems. Cambridge University Press, Cambridge.in. **BEN MBAREK. K .2011 :** Comportement du pois chiche (Cicer Arietinum) du type « Kabuli » vis-à-vis du stress hydrique et identification des génotypes tolérants la sécheresse ; thèse de Doctorat en science Agronomiques, option agriculture durable institue supérieur agronomique de Chott Meriem – école doctorale agronomie et environnement. p17.

MA.1998 : Ministère De L'agriculture. 1998. L'agriculture par les chiffres. MA-DSAAEE

MA.2012, ministère de l'agriculture. 2012. L'agriculture par les chiffres. MA-DSAAEE

MADR. 2009. Les programmes prioritaires de développement des filières de base. In: la politique du renouveau de l'économie agricole et rurale du ministère de l'Agriculture et du Développement rural. Volume 1, numéro spécial, céréaliculture n° 52, pp: 44-45.

MALHOTRA M.C., 1998. Germplasm program legumes. Annual report. Aleppo, Syria: ICARDA.

MALHOTRA R.S. & JOHANSEN C.1996. Germplasm program legumes. Annual Report. Aleppo, Syria: ICARDA.

MANSFIELD DC., BROWN AF., GREEN DK., CAROTHERS AD., MORRIS SW., EVANS HJ., WRIGHT AF. 1994. Automation of genetic linkage analysis using fluorescent microsatellite markers. Genomics24:p 225

MELAKHESSOU Z**. 2007. Etude de la nuisibilité directe des adventices sur la culture de pois-chiche d'hiver (Cicer arietinum L) variété ILC 3279, cas de Sinapis arvensis L. mémoire mag en scien agronomiques. Univ el-hadj lakhdar – BATNA- ALGERIE.p11,12,15**.17

MESLI L., 2007 **-** Contribution à l'étude bio-écologique et régime alimentaire des principales espèces d'orthoptères dans la wilaya de Tlemcen. Th. Doc. Sciences, univ, Aboubekr Belkaid, Tlemcen, 102p + annexes in ADJIM H .2011. Contribution à l'étude de la diversité floristique et entomologique dans les champs de céréales dans la région de Tlemcen. Mém. Mag. Agro., Univ. Tlemcen – Algériep 35

MCPHEE K.E. & MUEHLBAUER F.J., 2002**.** Improving the nutritional value of cool season food legumes. Journal of Crop Production 5(1–2):p 191.

MOHAMMEDI H., 2004 **-** Diagnostic phytoécologique et aménagement des espaces productifs et naturels en Algérie occidentale. Th. Doct., univ. Djilali Liabes, Sidi Belabes, 204p.

MORGANTE M., OLIVIERI A.M. 1993. PCR-amplified microsatellites as markers in plant genetics. Plant J 3:175-176p

MUEHLBAUER F.J., KAISER W.J. and SIMON C.J. (1994) Potential for wild species in cool season food legume breeding. Euphytica , p109.

NGUYEN TT .,TAYLOR PWJ., REDDEN RJ., FORD R.2004. Genetic relationships in the Cicer genus revealed with AFLP analysis.PlantBreed123:173–174

NGUYEN TT., TAYLOR PWJ., REDDEN RJ., FORD R.2005. Resistance to Ascochyta rabiei in a wild Cicer germplasm collection. Aust J Exp Agri 45:p 1291

OFORI I. 1996. Correlation and path-coefficient analysis of components of seed yield in Bambara groundnut (Vigna subterranea L.). Euphytica, 91**.** *in* BEN MBAREK.K, BOUJELBEN.A,HANNACHI.C et MOHSEN BOUBAKER. 2009: Criblage et performances agronomiques de 45 génotypes de pois chiche (**Cicer arietinum** L.) soumis à un régime hydrique limité. Biotechnol. Agron. Soc. Environ p:382.

OZVEREN UYCEL D., ANLARSAL A.E. et YUCEL C. 2006. genetic variability and path analysis of yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* l.) Turk J Agri For ,30,183-188.

PACUCCI G., TROCCOLI C., et LEONI B. 2006. Supplementary Irrigation on Yield of Chickpea Genotypes in a Mediterranen Climate. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript LW 04 005. Vol. VIII. May, 2006.

PATERSON A.H., BOWERS J.E., BUROW M.D., DRAYE X., ELSIK C.G., JIANG C.X., CATHERINE S.K., LAN T.H., LIN Y.R., MING R. et WRIGHT R.J. 2000. Comparative genomics of plant chromosomes. Plant cell. **In: MAOUGAL R. T.2004: Techniques de production d'inoculum Rhizobial. Etude de cas pois chiche (Cicer arietinum. L) : Inoculation et nodulation :magister en biotechnologies végétales -Université Mentouri, Constantine. Algérie**.p15.

PLANCQAURET P., WERY J. 1991. Pois chiche. Edi-tion ITCF. 12 p.

PLOUX V. 1985. Contribution à l'étude de la formation du rendement chez le pois chiche *(cicer arietinum*) : Influence du génotype et du milieu. Thèse DAA, ENSAM (Montpellier, France).

POITIER G.A. 1981. Flore de la Tunisie **; (**2 tomes), 1190 pages.Poorter, H., et J.R. Evans, 1998. i*n* BEN MBAREK. K .2011 : Comportement du pois chiche (Cicer Arietinum) du type « Kabuli » vis-à-vis du stress hydrique et identification des génotypes tolérants la sécheresse ; Th. Doct., instit supé agronomique de Chott Meriem –Tunisie. P10

PRADHAN A.K., GUPTA V., MUKHOPADHYAY A., ARUMUGAM N., SODHI Y.S., PENTAL D. 2003. A high-density linkage map in Brassica juncea (Indian mustard) using AFLP and RFLP markers. Theor. Appl. Genet. 106(4):607-610

ROBERTS E.H., R.J. SUMMERFIELD F.R. MINCHIN, et HALEY P. 1980. Penology of chickpea (Cicer arietinum L.) In: Contrasting aerial environments. Experimental Agriculture.p 343.

READDY D.V.R. and NENE Y.L. 1987. pigeonpea pathology researches at ICRISTAT. Pigeonpea scientists meet , silve spring hotel, Nairobi, Kenya,2-5 June.

ROGNON X., MERIAUX J.C. et VERRIERE. 2005**.** Caractérisation génétique des races à l'aide des marqueurs moléculaires.J.Rech.Equine31, p 147.

SACCARDO F. & CALCAGNO F., 1990. Consideration of chick- pea plant ideotypes for spring and winter sawing. CIHEAM, Options Méditerranéennes, Séries Séminaires.9, 35.

SADIKI M., KHARRAT M., MAATOUGUUI M E., FATEMI Z E. 1996. Ressources génétiques de *vicia faba.* Rapport annuel pour 1996, REMAFEVE, Rabat, 1996,129 p.

SADiKi M. et HALILA H., 1997**.** Les ressources génétiques des légumineuses à graines et leur utilisation dans les pays du pourtour méditerranéen. Colloque de I'INRA Rance. 33 p.

SALIBA-COLOMBANI V., CAUSSE M., LANGLOIS D., PHILOUZE J., BURET M. 2001. Genetic analysisof organoleptic quality in fresh market tomato: 1. Mapping QTLs for physical and chemical traits. Theor. Appl. Genet. 102: p 259

SAXENA M.C., 1980. Recent advances in chickpea agronomyIn: Proceedings of the international workshop onchickpea improvement, 28 February-2 March 1979ICRISAT, Hyderabad, India, 96-98.

SAXENA N.P.1984. adaptation of chickpea and pigeonpea to abiotic sresses. ICRISTAT 1987. Proceeding of the consultants workshop, 19-21 December 1984. ICRISTAT Patancheru, AP 502 324 India.

SAXENA M.C. 1985. Food legume improvement program at ICARDA, an overview. In: Faba Beans, Chickpeas and Lentils in the 1980s. M.C. Saxena and S. Varma (Editors), ICARDA, Aleppo, pages: 12.

SAXENA M.C.1987. Agronomy of chickpea. *In:* Saxena M.C. & Singh K.B., eds. *The chickpea*. Wallingford, UK: CAB International, p 207.

SAYOUD R., EZZAHIRI B., BOUZNAD Z. 1999. Les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires au Maghreb: Guide pratique. Ed. 1999.

SCHMUTZ J.2010. *Genome sequence of the palaeopolyploid soybean*. Nature 463, 178–183.

SHELDRAKE A.R., SAXENA N.P, et KRISHNAMURTHY L.. 1978. The expression and influence of the “double-podded” character in chickpea (Cicer arietinum L.). Field Crops Res. 243p.

SHARMA P.C. and GUPTA P.K. **1986. Cytogenetics of legume genera Cicer L. and Lens L. In: Gupta, P.K. and Bahl, J.R. (eds) Genetics and Crop Improvement. Rastogi & Co, Meerut, India. In YADAV S.S , REDDEN R.J, CHEN W and SHARMA B** (eds). Chickpea **Breeding and Management** CAB International 2007- Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India.p329.

SHARMA K.D., WINTER P. and MUEHLBAUER F.J. 2004. Molecular Mapping of Fusarium Oxysporum F. Sp. Ciceris Race 3 Resistance Gene in Chickpea. Journal of Theoretical and Applied Genetics, p1243.

SHARMA H.C., PAMPAPATHY G., LANKA S.K. and RIDSDILL-SMITH T.J. 2005b Exploitation of wild Cicer reticulatum germplasm for resis-tance to Helicoverpa armigera. Journal of Economic Entomology 98.

SHARMA B. 2007**.** Chickpea Breeding and Management **.**CAB International 2007. Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India.p14.

SINGH T.P. 1977. Harvest index in lentil. Euphytica, 26, *in* SILIM S.N. & SAXENA M.C., 1993. Adaptation of spring-sown chickpea to the Mediterranean basin. I. Response to moisture supply. Field Crops Res., in Ben MBAREK.2008.P 17.18

SINGH KB., HAWTIN GC., NENE YL.,REDDY MV.1981. Resistance in chickpeas to Ascochytarabiei.PlantDis65:586–587

SINGH K.B. 1987. Chickpea breeding. In: SAXENA, MC, SINGH, KB, eds. The Chickpea. Wallingford, UK: CAB Int., p 62.

SINGH K.B. 1990. Identification and designation of physiological races of Ascochyta rabiei. Indian Phytopathology, *in* BEN MBAREK. K .2011 : Comportement du pois chiche (Cicer Arietinum) du type « Kabuli » vis-à-vis du stress hydrique et identification des génotypes tolérants la sécheresse ; Th. Doct., instit supé agronomique de Chott Meriem –Tunisie. .p53

SINGH KB., REDDY MV (1994) Registration o feight ascochyta blight-resistant, early-maturing, large-seeded chickpea germplasms.CropSci34:1416–1417

SINGH F ., DIWAKAR B.1995: Chickpea Botany and Production Practices Skill Development Series no. 16-Training and Fellowships Program ICRISAT .Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India p: 4.6.7

SINGH K.B., PUNDIR R.P.S., ROBERTSON L.D., VAN RHEENEN H.A., SINGH, U., KELLEY T.J., PARTHASARATHY RAO P., JOHANSEN C. & SAXENA N.P. 1997. Chickpea. In: Fuccillo, D., Sears, L. & Stapleton, P. (Editors). Biodiversity in trust: conservation and use of plant genetic resources in CGIAR Centres. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. pp. 100–113.

SLAMA F. 1998. Cultures industrielles et légumineuses à graines. (Ed. Centre de diffusion Universitaire Tunisie, en Arabe) *in* BEN MBAREK. K .2011 : Comportement du pois chiche (Cicer Arietinum) du type « Kabuli » vis-à-vis du stress hydrique et identification des génotypes tolérants la sécheresse ; Th. Doct., instit supé agronomique de Chott Meriem –Tunisie.p14.15.17

SMITHSON J.B., THOMPSON J.A. and SUMMERFIELD R.J. 1985. Chickpea (Cicer arietinum L.). In: R.J. Summerfield and E.H. Roberts (eds.), Grain Legume Crops. Collins, London, UK.

SOLTANI A., B. TORABI E ., ZEINALI et SARPARAST R. 2004**.** Response of chickpea to photoperiod as a qualitative long-day plant. Asian Journal of Plant Sciences; 3(6), 705p.

SOLTNER D. 2000. Les bases de la production végétales le sol- le climat- la plante.*tome* **1** *le sol et son amélioration* 22ème Ed Coll-sci et tech. Agri.:p 23.161.178.287.299

STAMIGNA C., MANCINELLI R., CRINO P., INFANTINOA., PORTAPUGLIA A., SACCARDO F.1998. Multiple resistance to diseases in wild relatives of chickpea (*Cicerarietinum L.*).In:Proc 3rd Eur Conf Grain Legumes,14–19 Nov 1998,Valladolid,Spain

TOTH G., GASPARI Z., JURKA J .2000. Microsatellites in different eukaryotic genomes: survey and analysis. Gen. Res. 10:p 967

TSUMURA Y., OHBA K., STRAUSS S.H. 1996. Diversity and inheritance of inter-simple sequence repeat polymorphisms in Douglas-fir (Pseudotsuga menziesii) and sugi (Cryptomeria japonica). Theor. Appl. Genet. 92:40-45.

UPOV. 2005. Pois chiche (Cicer arietinum L.) ; Principes directeurs pour la conduite de l'examen, de la distinction, de l'homogénéité et de la stabilité; Union Internationale pour la 278 302. Protection des Obtentions Végétales, TG/143/4 ; Original: anglais ; Code UPOV : CICER_ARI ; Genève ; Date: 2005-04-06 .

USDA. 2004. United States Department of Agriculture

VAN DER MAESEN L.J.G. 1972. Cicer L., a monograph of the genus, with special reference to the chickpea (Cicer arietinum L.), its ecology and cultivation. Mededelingen Landbouwhoge school Wageningen. The Netherlands.

VAN DER MAESEN L.J.G.1979 Cicer L. *In*: BEN MBAREK. K .2011 : Comportement du pois chiche (Cicer Arietinum) du type « Kabuli » vis-à-vis du stress hydrique et identification des génotypes tolérants la sécheresse ; Th. Doct., instit supé agronomique de Chott Meriem –Tunisie. .p7.

VAN DER MAESEN L.J.G. **1987. Origin, history and taxonomy of chickpea,. In: Saxena, M.C. et Singh, K.B. (ed) the chickpea. In : MAOUGAL R. T.2004: Techniques de production d'inoculum Rhizobial. Etude de cas pois chiche (Cicer arietinum. L) : Inoculation et nodulation : magister en biotechnologies végétales -Université Mentouri, Constantine. Algérie. P15.**

VARSHNEY R.K.**,** THUDI M.**,** MAY G.D. **&** JACKSON S.A. 2010. *Legume genomics and breeding*. Plant Breed. Rev. 33, p.257.

VARSHNEY R.K. **2012:** Draft genome sequence of chickpea (*Cicer arietinum*) provides a resource for trait improvement. *Nature Biotechnology*31, (2013)

VERGHIS T.I., MCKENZIE B.A. et HILL G.D. 1999. Phenological development of chickpea (Cicer arietinum L.) in Canterbury, New Zealand. New Zealand Journal of crop and Horticultural Science; p27,29.

VERRIER E., BRABANT PH., GALLAIS A. Juillet 2001 : Institut National Agronomique Paris-Grignon.

VOS P., HOGERS R., BLEEKER M., REIJANS M., LEE T., HORNES M., FRIJTERS A., POT J., PELEMAN J., KUIPER M., ZABEAU M. 1995. AFLP : a new technique for DNA fingerprinting. Nucleic Acids Res. 21:4407-4408.

WERY J., TURC O, et. LECOEUR J. 1993. In: K.B. Singh et M.C. Saxena (Eds.). Breeding for stress tolerance in cool season food legumes, John Wiley et Sons, Chichester, U.K; pages: 271-272.

WERY, W.**1986.un pois pas si chiche que cela. Bulletin semences. Fnams .97p.**

WILLIAMS J.G.K., KUBELIK A.R., LIVAK-KENNETH J., RAFALSKI J., ANTONI J., SCOTT V. 1990. DNA polymorphism amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acids Res. 18:6531-6533.

WINTER P., PFAFF T., UDUPA SM., HÜTTEL B.,SHARMA PC.,S AHI S., ARREGUIN ESPINOZA R., WEIGAND F., MUEHLBAUER FJ., KAHL G .1999. Characterization and mapping of sequence-tagged microsatellite sites in the chickpea(*Cicer arietinum* L.) genome.MolGenGenet262:p 91.

WINTER P., BENKO-ISEPPON AM., HÜTTE LB., RATNAPAR KHE M., TULLU A., SONNANTE G., PFAFFT., TEKEOGLU M,SANTRAD., SANT VJ., RAJESH PN., KAH LG., MUEHLBAUER FJ.2000.A linkage map of the chickpea (*Cicerarietinum L.)* genome based on recombinant in bred lines from a *C.arietinum C.reticulatum* cross: localization of resistance genes for fusarium wilt races 4 and 5.TheorAppl Genet 101:p 1155–1156

WRIGHT S. 1965. The interpretation of population structure by F-statistics with special regard to systems of mating. Evolution 19, p 395.

WUDDIVIRA M.N., STONE R.J., EKWUE E.I.2009. Clay, organic matter, and wetting effects on splash detachment and aggregate breakdown under intense rainfall. Soil Sci. Soc. Am. J, vol. 73, n. 1, p.p. 226-228.

YANO M., KATAYOSE Y., ASHIKARI M., YAMANOUCHI U., MONNA L., FUSE T., BABA T., YAMAMOTO K., UMEHARA Y., NAGAMURA Y., SASAKI T. 2000. Hd1, a major photoperiod sensitivity quantitative trait locus in rice, is closely related to the Arabidopsis flowering time gene CONSTANS. Plant Cell 12:p 2473-2475

YOUNG N.D.**2011.** *The* Medicago *genome provides insight into the evolution of rhizobial symbioses*. Nature **480**, 520–524 (2011).

YOUSAF A., HAQ M.A., TAHIR G.R. & AHMED N. 1999a. Effect of various morphological traits on chickpea yield under drought and normal field conditions. Pak. J. Biol. Sci., 2(3), in BEN MBAREK.K, BOUJELBEN.A, HANNACHI.C et MOHSEN BOUBAKER. 2009: Criblage et performances agronomiques de 45 génotypes de pois chiche (**Cicer arietinum** L.) soumis à un régime hydrique limité. Biotechnol. Agron. Soc. Environnement. **p382**.

YOUSAF A. & TAHIR G.R. 1999b. Correlation and regression studies in chickpea genotypes. Pak. J. Biol. Sci., 2,), *in* BEN MBAREK.K, BOUJELBEN.A, HANNACHI.C et MOHSEN BOUBAKER. 2009: Criblage et performances agronomiques de 45 génotypes de pois chiche (**Cicer arietinum** L.) soumis à un régime hydrique limité. Biotechnol. Agron. Soc. Environnement. p382.

ZEGHDANE. 1988 : Etude de l'adaptation de la densité de semis du pois chiche, variété 3279. Thèse en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur en agronomie à Mostaganem.

ZHAO Y., WANG, P., JIANLONG L., 2009.The effects of two organic manures on soil properties and crop yields on a temperate calcareous soil under a wheat–maize cropping system.European Journal of Agronomy, vol. 31, p.p. 36-38.

ZINEF., LOUAR M.**2000. Collecte Et caractérisation préliminaire de quelques cultivars de pois chiche de kabylie.2000.INRAA.laboratoire des ressources phytogénetiques CRP Mehdi Boualem. Baraki. Alger**

ZIETKIEWICZ E., RAFALSKI A., LABUDA D. 1994. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification. Genomics 20:176-

178

Web bibliographique:

http/www.agriculture.gov.sk.ca/.
paridss.usask.ca/specialcrop/pulse_diseases/index.html.
http://test1.icrisat.org/gt-bt/Marker_Develop.htm.

Tableau n°25 : effet de l'interaction génotype × milieu chez les variétés Garbansa et Bled sur le nombre de graine par gousse (NgTP/NGTP) au niveau de Sidi Abdeli et Sidi Snousi.

Variété	**Zone**	**Répétition**	**NgTP/NGTP**
Garbansa	Sidi Senoussi	1	1,50
Bled	Sidi Senoussi	1	1,00
Garbansa	Sidi Abdeli	1	1,12
Bled	Sidi Abdeli	1	1,09
Garbansa	Sidi Senoussi	2	1,45
Bled	Sidi Senoussi	2	1,00
Garbansa	Sidi Abdeli	2	1,14
Bled	Sidi Abdeli	2	1,05
Garbansa	Sidi Senoussi	3	1,17
Bled	Sidi Senoussi	3	1,00
Garbansa	Sidi Abdeli	3	0,91
Bled	Sidi Abdeli	3	1,08
Garbansa	Sidi Senoussi	4	1,44
Bled	Sidi Senoussi	4	1,00
Garbansa	Sidi Abdeli	4	1,14
Bled	Sidi Abdeli	4	1,11
Garbansa	Sidi Senoussi	5	1,80
Bled	Sidi Senoussi	5	1,10
Garbansa	Sidi Abdeli	5	1,03
Bled	Sidi Abdeli	5	1,37
Garbansa	Sidi Senoussi	6	1,50
Bled	Sidi Senoussi	6	1,00
Garbansa	Sidi Abdeli	6	1,16
Bled	Sidi Abdeli	6	1,08

Garbansa	Sidi Senoussi	7	1,60
Bled	Sidi Senoussi	7	1,09
Garbansa	Sidi Abdeli	7	1,13
Bled	Sidi Abdeli	7	1,00
Garbansa	Sidi Senoussi	8	1,39
Bled	Sidi Senoussi	8	1,07
Garbansa	Sidi Abdeli	8	1,05
Bled	Sidi Abdeli	8	1,04
Garbansa	Sidi Senoussi	9	1,17
Bled	Sidi Senoussi	9	1,06
Garbansa	Sidi Abdeli	9	1,09
Bled	Sidi Abdeli	9	1,06
Garbansa	Sidi Senoussi	10	1,31
Bled	Sidi Senoussi	10	1,04
Garbansa	Sidi Abdeli	10	1,11
Bled	Sidi Abdeli	10	1,04
Garbansa	Sidi Senoussi	11	1,47
Bled	Sidi Senoussi	11	1,00
Garbansa	Sidi Abdeli	11	1,10
Bled	Sidi Abdeli	11	1,06
Garbansa	Sidi Senoussi	12	2,00
Bled	Sidi Senoussi	12	1,07
Garbansa	Sidi Abdeli	12	1,02
Bled	Sidi Abdeli	12	1,14
Garbansa	Sidi Senoussi	13	1,93
Bled	Sidi Senoussi	13	1,00
Garbansa	Sidi Abdeli	13	1,07
Bled	Sidi Abdeli	13	1,10

Garbansa	Sidi Senoussi	14	1,49
Bled	Sidi Senoussi	14	1,08
Garbansa	Sidi Abdeli	14	1,06
Bled	Sidi Abdeli	14	1,22
Garbansa	Sidi Senoussi	15	1,31
Bled	Sidi Senoussi	15	1,09
Garbansa	Sidi Abdeli	15	1,08
Bled	Sidi abdeli	15	1,09

Test significatif (s)

***** Analysis of variance *****

Variate: NgTP_NGTP

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Repetitions stratum	14	0.32579	0.02327	1.38	
Repetitions.*Units* stratum					
Regions	1	0.48831	0.48831	28.90	<.001
Varietes	1	0.72571	0.72571	42.95	<.001
Regions.Varietes	1	0.88423	0.88423	52.33	<.001
Residual	42	0.70972	0.01690		

Tableau n° 26 : effet de l'interaction génotype × milieu sur la hauteur du plant (HP) chez les variétés Garbansa et Bled au niveau de Sidi abdeli et Sidi snousi

Variété	Zone	Répétition	HP (cm)
Garbansa	Sidi Senoussi	1	43.00
Bled	Sidi Senoussi	1	74.00
Garbansa	Sidi Abdeli	1	76,00
Bled	Sidi Abdeli	1	73,00
Garbansa	Sidi Senoussi	2	73.00
Bled	Sidi Senoussi	2	69.00
Garbansa	Sidi Abdeli	2	60,00
Bled	Sidi Abdeli	2	75,00
Garbansa	Sidi Senoussi	3	54.5
Bled	Sidi Senoussi	3	70.00
Garbansa	Sidi Abdeli	3	58,00
Bled	Sidi Abdeli	3	46,00
Garbansa	Sidi Senoussi	4	46.00
Bled	Sidi Senoussi	4	75.00
Garbansa	Sidi Abdeli	4	85,00
Bled	Sidi Abdeli	4	75,00
Garbansa	Sidi Senoussi	5	77.00
Bled	Sidi Senoussi	5	76.00
Garbansa	Sidi Abdeli	5	70,00
Bled	Sidi Abdeli	5	71,00
Garbansa	Sidi Senoussi	6	60.00

Bled	Sidi Senoussi	6	74.00
Garbansa	Sidi Abdeli	6	69,00
Bled	Sidi Abdeli	6	74,00
Garbansa	Sidi Senoussi	7	70.00
Bled	Sidi Senoussi	7	87.00
Garbansa	Sidi Abdeli	7	80,00
Bled	Sidi Abdeli	7	65,00
Garbansa	Sidi Senoussi	8	65.00
Bled	Sidi Senoussi	8	67.00
Garbansa	Sidi Abdeli	8	65,00
Bled	Sidi Abdeli	8	55,00
Garbansa	Sidi Senoussi	9	44.5
Bled	Sidi Senoussi	9	72.00
Garbansa	Sidi Abdeli	9	70,00
Bled	Sidi Abdeli	9	64,00
Garbansa	Sidi Senoussi	10	56.00
Bled	Sidi Senoussi	10	84.00
Garbansa	Sidi Abdeli	10	65,00
Bled	Sidi Abdeli	10	50,00
Garbansa	Sidi Senoussi	11	57.00
Bled	Sidi Senoussi	11	49.00
Garbansa	Sidi Abdeli	11	64,00
Bled	Sidi Abdeli	11	51,00
Garbansa	Sidi Senoussi	12	38.00
Bled	Sidi Senoussi	12	66.00
Garbansa	Sidi Abdeli	12	60,00
Bled	Sidi Abdeli	12	53,00
Garbansa	Sidi Senoussi	13	64.00

Bled	Sidi Senoussi	13	72.00
Garbansa	Sidi Abdeli	13	72,00
Bled	Sidi Abdeli	13	51,00
Garbansa	Sidi Senoussi	14	50.00
Bled	Sidi Senoussi	14	78.00
Garbansa	Sidi Abdeli	14	75,00
Bled	Sidi Abdeli	14	59,00
Garbansa	Sidi Senoussi	15	66.00
Bled	Sidi Senoussi	15	61.00
Garbansa	Sidi Abdeli	15	62,00
Bled	Sidi Abdeli	15	52,00

Test significatif (s)

**** Analysis of variance *****

Variate: hauteur_du_plant

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Repetitions.*Units* stratum					
Regions	1	0.82	0.82	0.01	0.919
Varietes	1	144.15	144.15	1.85	0.181
Regions.Varietes	1	1782.15	1782.15	22.83	<.001
Residual	42	3278.76	78.07		
Total	59	7421.68			

Tableau n° 27 : effet de l'interaction génotype × milieu chez les variétés Garbansa et Bled sur le calibre du grain de pois chiche au niveau de Sidi Abdeli et Sidi Senousi.

Variété	Zone	Répétition	calibre grain
Garbansa	Sidi Senoussi	1	11,46
Bled	Sidi Senoussi	1	95,40
Garbansa	Sidi Abdeli	1	149,63
Bled	Sidi Abdeli	1	93,48
Garbansa	Sidi Senoussi	2	88,83
Bled	Sidi Senoussi	2	77,52
Garbansa	Sidi Abdeli	2	172,59
Bled	Sidi Abdeli	2	113,28
Garbansa	Sidi Senoussi	3	87,82
Bled	Sidi Senoussi	3	81,69
Garbansa	Sidi Abdeli	3	153,87
Bled	Sidi Abdeli	3	96,32
Garbansa	Sidi Senoussi	4	83,39
Bled	Sidi Senoussi	4	78,67
Garbansa	Sidi Abdeli	4	116,07
Bled	Sidi Abdeli	4	84,46
Garbansa	Sidi Senoussi	5	83,68
Bled	Sidi Senoussi	5	87,23
Garbansa	Sidi Abdeli	5	150,90
Bled	Sidi Abdeli	5	92,00
Garbansa	Sidi Senoussi	6	93,40
Bled	Sidi Senoussi	6	82,28
Garbansa	Sidi Abdeli	6	130,71
Bled	Sidi Abdeli	6	85,32

Garbansa	Sidi Senoussi	7	95,03
Bled	Sidi Senoussi	7	72,60
Garbansa	Sidi Abdeli	7	119,06
Bled	Sidi Abdeli	7	91,84
Garbansa	Sidi Senoussi	8	95,76
Bled	Sidi Senoussi	8	73,71
Garbansa	Sidi Abdeli	8	122,97
Bled	Sidi Abdeli	8	97,11
Garbansa	Sidi Senoussi	9	96,30
Bled	Sidi Senoussi	9	84,45
Garbansa	Sidi Abdeli	9	129,98
Bled	Sidi Abdeli	9	75,00
Garbansa	Sidi Senoussi	10	86,39
Bled	Sidi Senoussi	10	85,43
Garbansa	Sidi Abdeli	10	113,58
Bled	Sidi Abdeli	10	81,60
Garbansa	Sidi Senoussi	11	99,02
Bled	Sidi Senoussi	11	74,75
Garbansa	Sidi Abdeli	11	126,83
Bled	Sidi Abdeli	11	83,64
Garbansa	Sidi Senoussi	12	74,57
Bled	Sidi Senoussi	12	80,40
Garbansa	Sidi Abdeli	12	121,79
Bled	Sidi Abdeli	12	74,00
Garbansa	Sidi Senoussi	13	88,98
Bled	Sidi Senoussi	13	89,21
Garbansa	Sidi Abdeli	13	127,74
Bled	Sidi Abdeli	13	78,57

Garbansa	Sidi Senoussi	14	78,64
Bled	Sidi Senoussi	14	78,30
Garbansa	Sidi Abdeli	14	138,33
Bled	Sidi Abdeli	14	80,56
Garbansa	Sidi Senoussi	15	85,83
Bled	Sidi Senoussi	15	82,31
Garbansa	Sidi Abdeli	15	144,18
Bled	Sidi Abdeli	15	68,68

Test significatif (s):

**** Analysis of variance *****

Variate: calibre_grain

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Repetitions stratum	14	2494.4	178.2	0.76	
Repetitions.*Units* stratum					
Regions	1	11788.2	11788.2	50.19	<.001
Varietes	1	9312.7	9312.7	39.65	<.001
Regions.Varietes	1	8100.9	8100.9	34.49	<.001
Residual	42	9864.1	234.9		
Total	59	41560.4			

Tableau n° 28 : effet de l'interaction génotype × milieu chez les variétés Garbansa et Bled sur le nombre de gousses totale par plant NGTP de pois chiche au niveau de Sidi Abdeli et Sidi Senoussi.

Variété	Zone	Répétition	NGTP
Garbansa	Sidi Senoussi	1	30
Bled	Sidi Senoussi	1	194
Garbansa	Sidi Abdeli	1	47
Bled	Sidi Abdeli	1	77
Garbansa	Sidi Senoussi	2	15
Bled	Sidi Senoussi	2	192
Garbansa	Sidi Abdeli	2	46
Bled	Sidi Abdeli	2	37
Garbansa	Sidi Senoussi	3	22
Bled	Sidi Senoussi	3	82
Garbansa	Sidi Abdeli	3	59
Bled	Sidi Abdeli	3	76
Garbansa	Sidi Senoussi	4	23
Bled	Sidi Senoussi	4	98
Garbansa	Sidi Abdeli	4	70
Bled	Sidi Abdeli	4	35
Garbansa	Sidi Senoussi	5	12
Bled	Sidi Senoussi	5	62
Garbansa	Sidi Abdeli	5	64
Bled	Sidi Abdeli	5	85
Garbansa	Sidi Senoussi	6	39
Bled	Sidi Senoussi	6	76
Garbansa	Sidi Abdeli	6	76
Bled	Sidi Abdeli	6	59

Garbansa	Sidi Senoussi	7	18
Bled	Sidi Senoussi	7	164
Garbansa	Sidi Abdeli	7	55
Bled	Sidi Abdeli	7	56
Garbansa	Sidi Senoussi	8	16
Bled	Sidi Senoussi	8	102
Garbansa	Sidi Abdeli	8	44
Bled	Sidi Abdeli	8	159
Garbansa	Sidi Senoussi	9	10
Bled	Sidi Senoussi	9	70
Garbansa	Sidi Abdeli	9	80
Bled	Sidi Abdeli	9	113
Garbansa	Sidi Senoussi	10	15
Bled	Sidi Senoussi	10	69
Garbansa	Sidi Abdeli	10	49
Bled	Sidi Abdeli	10	138
Garbansa	Sidi Senoussi	11	24
Bled	Sidi Senoussi	11	69
Garbansa	Sidi Abdeli	11	71
Bled	Sidi Abdeli	11	88
Garbansa	Sidi Senoussi	12	19
Bled	Sidi Senoussi	12	72
Garbansa	Sidi Abdeli	12	106
Bled	Sidi Abdeli	12	44
Garbansa	Sidi Senoussi	13	20
Bled	Sidi Senoussi	13	39
Garbansa	Sidi Abdeli	13	102
Bled	Sidi Abdeli	13	31

Garbansa	Sidi Senoussi	14	26
Bled	Sidi Senoussi	14	71
Garbansa	Sidi Abdeli	14	82
Bled	Sidi Abdeli	14	32
Garbansa	Sidi Senoussi	15	23
Bled	Sidi Senoussi	15	54
Garbansa	Sidi Abdeli	15	81
Bled	Sidi Abdeli	15	32

*** Analysis of variance **** test significatif (S)
Variate: NGTP

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Repetitions stratum	14	7171.	512.	0.39	
Repetitions.*Units* stratum					
Regions	1	2208.	2208.	1.68	0.202
Varietes	1	21508.	21508.	16.36	<.001
Regions.Varietes	1	19010.	19010.	14.46	<.001
Residual	42	55221.	1315.		
Total	59	105119.			

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	Regions	Varietes	Regions
rep.	30	30	15
d.f.	42	42	42
l.s.d.	18.89	18.89	26.72

Tableau n° 29: effet de la zone sur la hauteur du plant (HP) de deux variétés de pois chiche Ghab 4 et Flip82-93 au niveau de Beni Ouarsous

variétés	Zone	répétition	HP (cm)
Ghab 4	Beni Ouarsous	1	53,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	1	64,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	2	49,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	2	72,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	3	35,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	3	68,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	4	36,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	4	60,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	5	46,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	5	48,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	6	45,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	6	50,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	7	39,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	7	63,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	8	38,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	8	55,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	9	40,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	9	49,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	10	46,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	10	62,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	11	27,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	11	78,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	12	39,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	12	53,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	13	45,00

Flip 82-93	Beni Ouarsous	13	53,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	14	32,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	14	47,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	15	32,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	15	49,00

Test signifuicatif (S)

***** Analysis of variance *****

Variate: Hauteur_du_plant

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
repetition stratum	14	950.20	67.87	0.91	
repetition.*Units* stratum					
varieties	1	2412.03	2412.03	32.21	<.001
Residual	14	1048.47	74.89		
Total	29	4410.70			

Tableau n°30 : effet de la zone sur le nombre de graine par gousse (NgTP/NGTP) de deux variétés de pois chiche Ghab 4 et Flip82-93 au niveau de Beni Ouarsous

variété	Zone	répétition	NgTP/NGTP
Ghab 4	Beni Ouarsous	1	1,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	1	1,08
Ghab 4	Beni Ouarsous	2	1,09
Flip 82-93	Beni Ouarsous	2	1,12
Ghab 4	Beni Ouarsous	3	1,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	3	1,05
Ghab 4	Beni Ouarsous	4	1,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	4	1,17
Ghab 4	Beni Ouarsous	5	1,10
Flip 82-93	Beni Ouarsous	5	1,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	6	1,06
Flip 82-93	Beni Ouarsous	6	1,14
Ghab 4	Beni Ouarsous	7	1,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	7	1,76
Ghab 4	Beni Ouarsous	8	1,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	8	1,09
Ghab 4	Beni Ouarsous	9	1,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	9	1,19
Ghab 4	Beni Ouarsous	10	1,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	10	1,11
Ghab 4	Beni Ouarsous	11	1,08
Flip 82-93	Beni Ouarsous	11	1,13
Ghab 4	Beni Ouarsous	12	1,08
Flip 82-93	Beni Ouarsous	12	1,07
Ghab 4	Beni Ouarsous	13	1,03
Flip 82-93	Beni Ouarsous	13	1,19
Ghab 4	Beni Ouarsous	14	1,00

Flip 82-93	Beni Ouarsous	14	1,08
Ghab 4	Beni Ouarsous	15	1,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	15	1,12

Test significatif (S)

***** Analysis of variance *****
Variate: NgTP_NGTP

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
repetition.*Units* stratum					
varieties	1	0.11645	0.11645	6.50	0.023
Residual	14	0.25094	0.01792		
Total	29	0.56630			

Tableau n°31 : effet de la zone sur le calibre du grain de pois chiche de deux variétés de pois chiche Ghab 4 et Flip82-93 au niveau de Beni Ouarsous

variété	Zone	répétition	calibre grain
Ghab 4	Beni Ouarsous	1	85,09
Flip 82-93	Beni Ouarsous	1	122,50

Ghab 4	Beni Ouarsous	2	91,30
Flip 82-93	Beni Ouarsous	2	127,65
Ghab 4	Beni Ouarsous	3	86,65
Flip 82-93	Beni Ouarsous	3	117,50
Ghab 4	Beni Ouarsous	4	84,05
Flip 82-93	Beni Ouarsous	4	109,80
Ghab 4	Beni Ouarsous	5	81,09
Flip 82-93	Beni Ouarsous	5	109,60
Ghab 4	Beni Ouarsous	6	89,03
Flip 82-93	Beni Ouarsous	6	119,04
Ghab 4	Beni Ouarsous	7	76,77
Flip 82-93	Beni Ouarsous	7	116,84
Ghab 4	Beni Ouarsous	8	88,89
Flip 82-93	Beni Ouarsous	8	99,18
Ghab 4	Beni Ouarsous	9	87,27
Flip 82-93	Beni Ouarsous	9	118,58
Ghab 4	Beni Ouarsous	10	93,13
Flip 82-93	Beni Ouarsous	10	131,84
Ghab 4	Beni Ouarsous	11	94,66
Flip 82-93	Beni Ouarsous	11	119,38
Ghab 4	Beni Ouarsous	12	81,81
Flip 82-93	Beni Ouarsous	12	106,47
Ghab 4	Beni Ouarsous	13	83,30
Flip 82-93	Beni Ouarsous	13	115,64
Ghab 4	Beni Ouarsous	14	80,93
Flip 82-93	Beni Ouarsous	14	127,50
Ghab 4	Beni Ouarsous	15	71,40
Flip 82-93	Beni Ouarsous	15	112,24

Test significatif (S)
***** Analysis of variance *****

Variate: calibre_grain

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
repetition stratum	14	1041.03	74.36	1.92	
repetition.*Units* stratum					
varieties	1	7627.92	7627.92	196.98	<.001
Residual	14	542.13	38.72		
Total	29	9211.09			

Tableau n°32 : effet de la zone sur le nombre de graine total par plant (NgTP) de deux variétés de pois chiche Ghab 4 et Flip82-93 au niveau de Beni Ouarsous

variété	**Zones**	**répétition**	**NgTP**
Ghab 4	Beni Ouarsous	1,00	63,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	1,00	84,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	2,00	50,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	2,00	58,00

Ghab 4	Beni Ouarsous	3,00	61,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	3,00	78,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	4,00	26,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	4,00	41,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	5,00	46,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	5,00	23,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	6,00	75,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	6,00	66,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	7,00	20,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	7,00	58,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	8,00	39,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	8,00	35,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	9,00	26,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	9,00	31,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	10,00	27,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	10,00	50,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	11,00	28,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	11,00	26,00

Ghab 4	Beni Ouarsous	12,00	39,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	12,00	29,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	13,00	36,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	13,00	44,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	14,00	36,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	14,00	28,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	15,00	32,00

Analysis of variance Test non significatif (**NS**)
Variate: NgTP

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
repetition stratum	14	7154.8	511.1	4.09	
repetition.*Units* stratum					
varieties	1	192.5	192.5	1.54	0.235
Residual	14	1749.5	125.0		
Total	29	9096.8			

Tableau n°33 : effet de la zone sur le nombre de gousse total par plant (NGTP) de deux variétés de pois chiche Ghab 4 et Flip82-93 au niveau de Beni Ouarsous

Variété	Zones	Répétition	NGTP
Ghab 4	Beni Ouarsous	1	63,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	1	78,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	2	46,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	2	52,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	3	61,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	3	74,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	4	26,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	4	35,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	5	42,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	5	23,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	6	71,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	6	58,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	7	20,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	7	33,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	8	39,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	8	32,00

Ghab 4	Beni Ouarsous	9	26,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	9	26,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	10	27,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	10	45,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	11	26,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	11	23,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	12	36,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	12	27,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	13	35,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	13	37,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	14	36,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	14	26,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	15	32,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	15	26,00

Analysis of variance : test non significatif (**NS**)
Variate: NGTP

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
varieties	1	2.7	2.7	0.01	0.922
Residual	28	7810.3	278.9		
Total	29	7813.0			

Tableau n° 34 : l'effet de la texture sur la hauteur du plant(HP) de pois chiche de la variété Garbansa au niveau de Sidi Abdeli.

texture	variété	répétition	HP (cm)
équilibrée	Garbanza	1	76,00
sablonneuse	Garbanza	1	60,00
équilibrée	Garbanza	2	60,00
sablonneuse	Garbanza	2	61,00
équilibré	Garbanza	3	58,00
sablonneuse	Garbanza	3	58,00
équilibrée	Garbanza	4	85,00
sablonneuse	Garbanza	4	52,00
équilibrée	Garbanza	5	69,00
sablonneuse	Garbanza	5	53,00
équilibrée	Garbanza	6	80,00
sablonneuse	Garbanza	6	54,00
équilibrée	Garbanza	7	80,00
sablonneuse	Garbanza	7	53,00
équilibrée	Garbanza	8	65,00
sablonneuse	Garbanza	8	52,00
équilibrée	Garbanza	9	70,00
sablonneuse	Garbanza	9	58,00

équilibrée	Garbanza	10	65,00
sablonneuse	Garbanza	10	74,00
équilibrée	Garbanza	11	64,00
sablonneuse	Garbanza	11	60,00
équilibrée	Garbanza	12	60,00
sablonneuse	Garbanza	12	71,00
équilibrée	Garbanza	13	72,00
sablonneuse	Garbanza	13	62,00
équilibrée	Garbanza	14	75,00
sablonneuse	Garbanza	14	55,00
équilibrée	Garbanza	15	62,00
sablonneuse	Garbanza	15	56,00

Test significatif (S) ***Analysis of variance**
Variate: Hauteur_du_plant

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
repetition stratum	14	421.00	30.07	0.36	
repetition.*Units* stratum					
texture	1	874.80	874.80	10.54	0.006
Residual	14	1162.20	83.01		
Total	29	2458.00			

Tableau n°35 : l'effet de la texture sur NgTP/NGTP de pois chiche de la variété Garbansa au niveau de Sidi Abdeli

texture	variété	répétition	NgTP/NGTP
Equilibrée	Garbanza	1	1,12
Sablonneuse	Garbanza	1	1,12
Equilibrée	Garbanza	2	1,14
Sablonneuse	Garbanza	2	1,11
Equilibrée	Garbanza	3	0,91
Sablonneuse	Garbanza	3	1,13
Equilibrée	Garbanza	4	1,14
Sablonneuse	Garbanza	4	1,13
Equilibrée	Garbanza	5	1,03
Sablonneuse	Garbanza	5	1,11
Equilibrée	Garbanza	6	1,16
Sablonneuse	Garbanza	6	1,10
Equilibrée	Garbanza	7	1,13
Sablonneuse	Garbanza	7	1,13
Equilibrée	Garbanza	8	1,05
Sablonneuse	Garbanza	8	1,09
Equilibrée	Garbanza	9	1,09
Sablonneuse	Garbanza	9	1,06
Equilibrée	Garbanza	10	1,11

Sablonneuse	Garbanza	10	1,10
Equilibrée	Garbanza	11	1,10
Sablonneuse	Garbanza	11	1,10
Equilibrée	Garbanza	12	1,04
Sablonneuse	Garbanza	12	1,09
Equilibrée	Garbanza	13	1,07
Sablonneuse	Garbanza	13	1,09
Equilibrée	Garbanza	14	1,06
Sablonneuse	Garbanza	14	1,08
Equilibrée	Garbanza	15	1,08
Sablonneuse	Garbanza	15	1,08

***Analysis of variance** Test non significatif (NS)

Variate: NgTP_NGTP

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
repetition stratum	14	0.50438	0.03603	1.07	
repetition.*Units* stratum					
texture	1	0.01648	0.01648	0.49	0.496
Residual	14	0.47333	0.03381		
Total	29	0.99419			

Tableau n°36 : l'effet de la texture sur calibre du grain de pois chiche de la variété Garbansa au niveau de Sidi Abdeli

texture	variété	répétition	calibre grain
Equilibrée	Garbanza	1	108,20
Sablonneuse	Garbanza	1	82,86
Equilibrée	Garbanza	2	134,64
Sablonneuse	Garbanza	2	75,90
Equilibrée	Garbanza	3	119,87
Sablonneuse	Garbanza	3	68,00
Equilibrée	Garbanza	4	87,44
Sablonneuse	Garbanza	4	72,35
Equilibrée	Garbanza	5	114,65
Sablonneuse	Garbanza	5	72,50
Equilibrée	Garbanza	6	104,32
Sablonneuse	Garbanza	6	78,55
Equilibrée	Garbanza	7	89,64
Sablonneuse	Garbanza	7	74,24
Equilibrée	Garbanza	8	103,35
Sablonneuse	Garbanza	8	71,29
Equilibrée	Garbanza	9	104,25
Sablonneuse	Garbanza	9	77,85
Equilibrée	Garbanza	10	92,01
Sablonneuse	Garbanza	10	67,57

Equilibrée	Garbanza	11	124,67
Sablonneuse	Garbanza	11	64,49
Equilibrée	Garbanza	12	103,49
Sablonneuse	Garbanza	12	70,04
Equilibrée	Garbanza	13	104,38
Sablonneuse	Garbanza	13	75,55
Equilibrée	Garbanza	14	103,90
Sablonneuse	Garbanza	14	68,86
Equilibrée	Garbanza	15	104,90
Sablonneuse	Garbanza	15	78,55

Test significatif (S) ***** **Analysis of variance** *****

Variate: calibre_grain

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
repetition stratum	14	1242.18	88.73	0.90	
repetition.*Units* stratum					
texture	1	8370.13	8370.13	84.81	<.001
Residual	14	1381.72	98.69		
Total	29	10994.03			

Tableau n°37 : l’effet de la texture sur le nombre de graines par plant de pois chiche (NgTP) de la variété Garbansa au niveau de Sidi Abdeli

texture	variété	répétition	NgTP
Equilibrée	Garbanza	1	47,00
Sablonneuse	Garbanza	1	57,00
Equilibrée	Garbanza	2	41,00
Sablonneuse	Garbanza	2	61,00
Equilibrée	Garbanza	3	41,00
Sablonneuse	Garbanza	3	81,00
Equilibrée	Garbanza	4	116,00
Sablonneuse	Garbanza	4	43,00
Equilibrée	Garbanza	5	74,00
Sablonneuse	Garbanza	5	61,00
Equilibrée	Garbanza	6	116,00
Sablonneuse	Garbanza	6	57,00
Equilibrée	Garbanza	7	62,00
Sablonneuse	Garbanza	7	62,00
Equilibrée	Garbanza	8	44,00
Sablonneuse	Garbanza	8	50,00
Equilibrée	Garbanza	9	76,00
Sablonneuse	Garbanza	9	94,00
Equilibrée	Garbanza	10	50,00
Sablonneuse	Garbanza	10	57,00

Equilibrée	Garbanza	11	43,00
Sablonneuse	Garbanza	11	112,00
Equilibrée	Garbanza	12	125,00
Sablonneuse	Garbanza	12	100,00
Equilibrée	Garbanza	13	130,00
Sablonneuse	Garbanza	13	89,00
Equilibrée	Garbanza	14	106,00
Sablonneuse	Garbanza	14	69,00
Equilibrée	Garbanza	15	110,00
Sablonneuse	Garbanza	15	64,00

Test non significatif (NS)

***** **Analysis of variance** *****

Variate: NgTP

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
repetition stratum	14	11851.2	846.5	1.13	
repetition.*Units* stratum					
texture	1	512.5	512.5	0.68	0.422
Residual	14	10507.5	750.5		
Total	29	22871.2			

Tableau n°38 : Effet du grade de la sélection généalogique (G_3 et G_4) sur le nombre de gousses totale par plant de pois chiche, pour la variété Ghab 4 au niveau de l'EURL Hamadouche (Safsaf)

génération	variété	zone	répétition	NGTP
G3	Ghab 4	Safsaf	1	210,00
G4	Ghab 4	Safsaf	1	37,00
G3	Ghab 4	Safsaf	2	33,00
G4	Ghab 4	Safsaf	2	38,00
G3	Ghab 4	Safsaf	3	29,00
G4	Ghab 4	Safsaf	3	210,00
G3	Ghab 4	Safsaf	4	76,00
G4	Ghab 4	Safsaf	4	21,00
G3	Ghab 4	Safsaf	5	78,00
G4	Ghab 4	Safsaf	5	66,00
G3	Ghab 4	Safsaf	6	74,00
G4	Ghab 4	Safsaf	6	36,00
G3	Ghab 4	Safsaf	7	62,00
G4	Ghab 4	Safsaf	7	87,00
G3	Ghab 4	Safsaf	8	46,00
G4	Ghab 4	Safsaf	8	22,00
G3	Ghab 4	Safsaf	9	61,00
G4	Ghab 4	Safsaf	9	42,00
G3	Ghab 4	Safsaf	10	56,00

G4	Ghab 4	Safsaf	10	44,00
G3	Ghab 4	Safsaf	11	16,00
G4	Ghab 4	Safsaf	11	80,00
G3	Ghab 4	Safsaf	12	12,00
G4	Ghab 4	Safsaf	12	11,00
G3	Ghab 4	Safsaf	13	50,00
G4	Ghab 4	Safsaf	13	50,00
G3	Ghab 4	Safsaf	14	32,00
G4	Ghab 4	Safsaf	14	28,00
G3	Ghab 4	Safsaf	15	41,00
G4	Ghab 4	Safsaf	15	37,00

Test non significatif (NS)

***** **Analysis of variance**

Variate: NGTP

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
repetition stratum	14	26499.	1893.	0.73	
repetition.*Units* stratum					
generation	1	150.	150.	0.06	0.814
Residual	14	36432.	2602.		
Total	29	63080.			

Tableau n°39 : régression linéaire entre le nombre de gousses à une graine NG1 avec le nombre de gousses totales NGTP des variétés de pois chiche

variétés	zone	NG1	NGTP
Bled	Sidi Abdeli	69,00	77,00
Bled	Sidi Abdeli	35,00	37,00
Bled	Sidi Abdeli	70,00	76,00
Bled	Sidi Abdeli	31,00	35,00
Bled	Sidi Abdeli	54,00	85,00
Bled	Sidi Abdeli	54,00	59,00
Bled	Sidi Abdeli	56,00	56,00
Bled	Sidi Abdeli	153,00	159,00
Bled	Sidi Abdeli	106,00	113,00
Bled	Sidi Abdeli	130,00	138,00
Bled	Sidi Abdeli	73,00	88,00
Bled	Sidi Abdeli	38,00	44,00
Bled	Sidi Abdeli	28,00	31,00
Bled	Sidi Abdeli	25,00	32,00
Bled	Sidi Abdeli	29,00	32,00
Bled	Sidi Snousi	194,00	194,00
Bled	Sidi Snousi	192,00	192,00
Bled	Sidi Snousi	82,00	82,00
Bled	Sidi Snousi	98,00	98,00
Bled	Sidi Snousi	56,00	62,00
Bled	Sidi Snousi	76,00	76,00

Bled	Sidi Snousi	151,00	164,00
Bled	Sidi Snousi	95,00	102,00
Bled	Sidi Snousi	64,00	70,00
Bled	Sidi Snousi	66,00	69,00
Bled	Sidi Snousi	69,00	69,00
Bled	Sidi Snousi	68,00	72,00
Bled	Sidi Snousi	39,00	39,00
Bled	Sidi Snousi	65,00	71,00
Bled	Sidi Snousi	49,00	54,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	72,00	78,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	46,00	52,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	70,00	74,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	29,00	35,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	23,00	23,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	50,00	58,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	31,00	33,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	29,00	32,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	21,00	26,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	40,00	45,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	20,00	23,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	25,00	27,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	30,00	37,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	26,00	26,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	23,00	26,00
Garbansa	Sidi Abdeli	35,00	42,00
Garbansa	Sidi Abdeli	31,00	36,00
Garbansa	Sidi Abdeli	39,00	45,00
Garbansa	Sidi Abdeli	38,00	102,00

Garbansa	Sidi Abdeli	72,00	72,00
Garbansa	Sidi Abdeli	84,00	100,00
Garbansa	Sidi Abdeli	48,00	55,00
Garbansa	Sidi Abdeli	40,00	42,00
Garbansa	Sidi Abdeli	64,00	70,00
Garbansa	Sidi Abdeli	40,00	45,00
Garbansa	Sidi Abdeli	35,00	39,00
Garbansa	Sidi Abdeli	115,00	120,00
Garbansa	Sidi Abdeli	114,00	122,00
Garbansa	Sidi Abdeli	94,00	100,00
Garbansa	Sidi Abdeli	94,00	102,00
Garbansa	Sidi Snousi	15,00	30,00
Garbansa	Sidi Snousi	7,00	15,00
Garbansa	Sidi Snousi	10,00	22,00
Garbansa	Sidi Snousi	19,00	23,00
Garbansa	Sidi Snousi	10,00	12,00
Garbansa	Sidi Snousi	20,00	39,00
Garbansa	Sidi Snousi	10,00	18,00
Garbansa	Sidi Snousi	11,00	16,00
Garbansa	Sidi Snousi	8,00	10,00
Garbansa	Sidi Snousi	6,00	15,00
Garbansa	Sidi Snousi	12,00	24,00
Garbansa	Sidi Snousi	10,00	19,00
Garbansa	Sidi Snousi	12,00	20,00
Garbansa	Sidi Snousi	20,00	26,00
Garbansa	Sidi Snousi	17,00	23,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	63,00	63,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	42,00	46,00

Ghab 4	Beni Ouarsous	61,00	61,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	26,00	26,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	38,00	42,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	67,00	71,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	20,00	20,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	39,00	39,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	26,00	26,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	27,00	27,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	24,00	26,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	33,00	36,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	34,00	35,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	36,00	36,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	32,00	32,00

***** Regression Analysis *****

Response variate: NG1
Fitted terms: Constant, NGTP

*** Summary of analysis ***

	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Regression	1	126038.	126038.03	2059.91	<.001
Residual	88	5384.	61.19		
Total	89	131422.	1476.66		

Percentage variance accounted for 95.9

Tableau n°40 : régression linéaire entre le nombre de gousses à deux graines **NG2** avec le nombre de gousses totale par plant **NGTP** des variétés de pois chiche

variétés	zone	NG2	NGTP
Bled	Sidi Abdeli	1,10	77,00
Bled	Sidi Abdeli	1,05	37,00
Bled	Sidi Abdeli	1,08	76,00
Bled	Sidi Abdeli	1,11	35,00
Bled	Sidi Abdeli	0,73	85,00
Bled	Sidi Abdeli	1,08	59,00
Bled	Sidi Abdeli	1,00	56,00
Bled	Sidi Abdeli	1,04	159,00
Bled	Sidi Abdeli	1,06	113,00
Bled	Sidi Abdeli	1,04	138,00
Bled	Sidi Abdeli	1,06	88,00
Bled	Sidi Abdeli	1,14	44,00
Bled	Sidi Abdeli	1,10	31,00
Bled	Sidi Abdeli	1,22	32,00
Bled	Sidi Abdeli	1,09	32,00
Bled	Sidi Snousi	6,00	194,00
Bled	Sidi Snousi	6,00	192,00
Bled	Sidi Snousi	4,00	82,00
Bled	Sidi Snousi	6,00	98,00

Bled	Sidi Snousi	0,00	62,00
Bled	Sidi Snousi	8,00	76,00
Bled	Sidi Snousi	2,00	164,00
Bled	Sidi Snousi	3,00	102,00
Bled	Sidi Snousi	5,00	70,00
Bled	Sidi Snousi	5,00	69,00
Bled	Sidi Snousi	3,00	69,00
Bled	Sidi Snousi	2,00	72,00
Bled	Sidi Snousi	7,00	39,00
Bled	Sidi Snousi	2,00	71,00
Bled	Sidi Snousi	3,00	54,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	6,00	78,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	6,00	52,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	4,00	74,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	6,00	35,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	0,00	23,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	8,00	58,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	2,00	33,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	3,00	32,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	5,00	26,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	5,00	45,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	3,00	23,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	2,00	27,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	7,00	37,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	2,00	26,00
Flip 82-93	Beni Ouarsous	3,00	26,00
Garbansa	Sidi Abdeli	5,00	42,00

Garbansa	Sidi Abdeli	5,00	36,00
Garbansa	Sidi Abdeli	6,00	45,00
Garbansa	Sidi Abdeli	14,00	102,00
Garbansa	Sidi Abdeli	2,00	72,00
Garbansa	Sidi Abdeli	16,00	100,00
Garbansa	Sidi Abdeli	7,00	55,00
Garbansa	Sidi Abdeli	2,00	42,00
Garbansa	Sidi Abdeli	6,00	70,00
Garbansa	Sidi Abdeli	5,00	45,00
Garbansa	Sidi Abdeli	4,00	39,00
Garbansa	Sidi Abdeli	5,00	120,00
Garbansa	Sidi Abdeli	8,00	122,00
Garbansa	Sidi Abdeli	6,00	100,00
Garbansa	Sidi Abdeli	8,00	102,00
Garbansa	Sidi Snousi	15,00	30,00
Garbansa	Sidi Snousi	8,00	15,00
Garbansa	Sidi Snousi	12,00	22,00
Garbansa	Sidi Snousi	4,00	23,00
Garbansa	Sidi Snousi	2,00	12,00
Garbansa	Sidi Snousi	19,00	39,00
Garbansa	Sidi Snousi	8,00	18,00
Garbansa	Sidi Snousi	5,00	16,00
Garbansa	Sidi Snousi	5,00	10,00
Garbansa	Sidi Snousi	9,00	15,00
Garbansa	Sidi Snousi	12,00	24,00
Garbansa	Sidi Snousi	9,00	19,00
Garbansa	Sidi Snousi	8,00	20,00

Garbansa	Sidi Snousi	7,00	26,00
Garbansa	Sidi Snousi	6,00	23,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	0,00	63,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	4,00	46,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	0,00	61,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	0,00	26,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	4,00	42,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	4,00	71,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	0,00	20,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	0,00	39,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	0,00	26,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	0,00	27,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	2,00	26,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	3,00	36,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	1,00	35,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	0,00	36,00
Ghab 4	Beni Ouarsous	0,00	32,00

***** Regression Analysis *****

Response variate: NG2
Fitted terms: Constant, NGTP

*** Summary of analysis ***

	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	f.pr.
Regression	1	0.	0.45	0.03	0.863
Residual	88	1320.	15.00		
Total	89	1320.	14.83		